

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES  
ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO**

\*\*\*\*\*

**REPUBLIQUE DU MALI**

**Un Peuple - Un But - Une Foi**



**U.S.T.T-B**

*Faculté de Pharmacie*

**Année académique 2012 - 2013**

**Thèse N° \_\_\_\_/Pharm.**

**Étude des paramètres paludométriques en zone de  
pulvérisation intra domiciliaire (PID) de Koulikoro, Mali**

***THESE***

***Présentée et soutenue publiquement le 03/11/2014  
Devant la Faculté de Pharmacie***

***Par Monsieur Alèwè NIANGALY***

***Pour obtenir le Grade de Docteur en Pharmacie (Diplôme d'Etat)***


***JURY***


<b>Président :</b>	<b>Pr Amadou Diallo</b>
<b>Membre :</b>	<b>Dr Nafomon Sogoba</b>
<b>Co-directeur :</b>	<b>Dr Mahamoudou B Touré</b>
<b>Directeur :</b>	<b>Pr Seydou Doumbia</b>


# DEDICACES


**Je dédie cette thèse à :**


 **Dieu le Tout Miséricordieux le Très Miséricordieux, de m'avoir accordé la chance de réaliser ce modeste travail**


 **Mon père** : Adégné Niangaly, infatigable travailleur au service de la famille, votre patience et votre dévouement pour la famille constituent un exemple pour tous. Trouvez ici toute ma gratitude.

 **Ma mère** : Awa Tembely, votre courage, votre indulgence, font de vous une mère adorée de tous. Trouvez ici toute ma gratitude.

 **Mes frères** : Abdoul Aziz Diarra, Amakéné, Cheick Oumar, Monobem Mohamed Niangaly, que le bon DIEU vous accorde satisfaction dans vos entreprises futures

 **Mes sœurs** : Fatoumata Diarra, Laya, Bintou, Mariam Niangaly, je vous souhaite bonne chance et longue vie.

 **Mes tantes et tontons du Point G** : vous avez mis toutes les conditions nécessaires à ma disposition pour que je puisse étudier, je ne vous rendrai jamais assez l'affection que vous me donnez si gracieusement ! Que le bon DIEU vous accorde sa grâce.

 **Mes grand-mères** : Aissata Karembe, Kadia Karembe, je n'oublierai pas votre attention et votre amour pour ma personne. Que le bon DIEU vous bénisse.

🌸 **Mes amis :** Abdoulaye Karembe, Adama Karembe, Seydou Doumbia, Moussa Kissi Kamano, Boubacar Coulibaly, Alidou Maiga, Nana Cissé, Karim Sidibe, Mohamed Conare, vous avez été présents à chaque fois que le besoin s'est exprimé. Je vous souhaite plein succès dans la vie, que le bon DIEU guide vos activités

🌸 **Ma fiancée** Koutah Oulé Cissé, simple courageuse et perspicace, je n'oublierai jamais votre soutien pour la réalisation de ce travail. Je suis fier que vous soyez ma compagne pour la vie, que le bon DIEU vous accorde longue vie, une très bonne santé, plein de bonheur et de succès.

🌸 **Mes aînés :** Docteurs, Bréhima Diallo, Massiré Soumaré, Massiriba Koné, Moctar K Coulibaly, Yaya Kassogué, Seydou Timbiné, Adama Traore, Mohamed Moumine Traore, Daouda Tolo, merci pour vos contributions pour la confection de ce travail.

🌸 **Tous mes cousins et cousines :** en particulier Soumaila Niangaly, Amassagou Niangaly, Amanila Niangaly, Dramane Niangaly, Amadou Niangaly, Allaye Niangaly, Aissata Timbiné, etc. que le bon DIEU vous accompagne dans l'exécution de vos projets

🌸 **Le personnel du Labo :** Moussa Diallo, Cheick Oumar Camara, Lakamy Sylla, Adama Sacko, pour ne citer que ceux-ci, je vous remercie pour votre contribution à la réussite de ce travail.

🌸 Le personnel de **l'officine M'PEWO** et au **Dr Moussa Almamy Coulibaly**.

## REMERCIEMENTS

Je lance un vif remerciement à :

- Mon pays, le MALI et ses autorités, d'avoir rendu l'enseignement gratuit.
- Tous mes enseignants depuis le primaire
- L'ensemble du corps professoral de la faculté de PHARMACIE
- Tout le personnel du centre de recherche et de formation sur le paludisme (MRTC) du Point G, en particulier : Dr Ibrahima Baber, Dr Adama Dao, Dr Ladj Camara, Genski Sissoko, Dr Yaya Traoré,
- Souleymane Karembé pour m'avoir ouvert la porte du MRTC
- Tous les informaticiens du MRTC
- Tous les chauffeurs du MRTC, particulièrement Mamadou Diallo
- Guides de Sirakorola, N'Gabakoro, Kenenkou et Doumbala qui ont fait preuve d'une disponibilité constante.
- Tous ceux, qui de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Recevez ici ma plus grande reconnaissance, merci du fond du cœur.

# ***HOMMAGE AUX MEMBRES DU JURY***

A notre maître et président du jury,

**Professeur Amadou Diallo**

Professeur agrégé en biologie et zoologie à la FMOS

Ex recteur l'université de Bamako

Cher Maitre,

Vous nous faites un grand honneur en acceptant

De présider ce jury de thèse malgré vos multiples occupations.

Votre rigueur scientifique, votre disponibilité, votre humilité et votre souci

Du travail bien fait font de vous un maitre respectable et admiré

Soyez rassuré de notre

Profonde

Reconnaissance.

À notre maître et juge,  
**Docteur Nafomon Sogoba**

PhD en épidémiologie, responsable des unités Epidémiologie/GIS/RS et Acarologie du MRTC.

Cher maître, nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites

En acceptant de juger ce travail malgré vos multiples occupations.

Nous avons apprécié vos qualités scientifiques, pédagogique et humaines tout au cours

De l'élaboration ce travail.

Permettez-nous de vous exprimer ici,

Cher Maître,

Le témoignage de notre profonde gratitude.

À notre maître et co-directeur de thèse,

**Docteur Mahamoudou B TOURE**

Docteur en médecine, Epidémiologiste,

Candidat Ph.D à l'université de Copenhague (Danemark)

Cher maître, vous nous avez fait un grand honneur en acceptant de diriger cette thèse

Malgré vos multiples occupations.

Homme de science, votre apport a été inestimable dans la réalisation ce travail.

Votre disponibilité, votre courtoisie, votre simplicité, votre humanisme et votre rigueur

Dans le travail ont forcé notre admiration.

Nous sommes comblés de l'enseignement dont nous avons bénéficié auprès de vous.

Croyez, cher maître, à ma très haute considération.



À notre maître et directeur de thèse,  
**Professeur Seydou Doumbia**  
Docteur en médecine, Ph.D en Épidémiologie,  
Maître de conférences en Épidémiologie  
Principal Investigateur du projet leishmaniose cutanée au Mali  
Chef du DER de Santé Publique,  
Directeur de L'Enseignement de l'Épidémiologie au DER/Santé Publique  
Directeur Adjoint du MRTC  
Doyen de la faculté de Médecine et Odontostomatologie de Bamako (FMOS)

Cher maître, vous nous avez fait un sublime honneur en acceptant de nous encadrer  
Durant ce travail.

Vos immenses qualités scientifiques, votre grande expérience dans la recherche, la qualité  
extraordinaire

De votre enseignement, votre sens élevé de la responsabilité et de la rigueur dans le travail font  
de vous

Un maître respectable et admiré.

Vos critiques et vos suggestions ont été d'un apport inestimable pour la réalisation de ce travail.

Nous sommes fière de compté parmi vos disciples.

Cher maitre, trouvé dans ce modeste travail l'expression de notre  
Profonde gratitude.

## SIGLES ET ABBREVIATIONS

<b>An. :</b>	<i>Anophèles</i>
<b>ADN :</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>Arn :</b>	Acide ribonucléique
<b>cm :</b>	Centimètre
<b>CTA :</b>	Combinaison Thérapeutique à base Artémisinine
<b>CSP :</b>	Circum sporozoite protein
<b>CSCOM :</b>	Centre de Sante Communautaire
<b>DNS :</b>	Direction National de la Sante
<b>EDSM-V :</b>	Enquête Démographique et de Santé du Mali cinq
<b>Elisa:</b>	Enzyme-Linked Immuno Sobent Assay
<b>Ex :</b>	Exemple
<b>Fig. :</b>	Figure
<b>g :</b>	Gramme
<b>GE+ :</b>	Goutte épaisse positive
<b>GE- :</b>	Goutte épaisse négative
<b>GIS :</b>	Geographical information system
<b>ha :</b>	Hectare
<b>IC :</b>	Intervalle de confiance
<b>IP :</b>	Indice plasmodique
<b>IS :</b>	Indice stabilité
<b>IS. :</b>	Indice splénique
<b>IAS :</b>	Indice d'antigène sporozoitique
<b>KD :</b>	Knock down
<b>Km :</b>	Kilomètre
<b>m.a :</b>	Agressivité moyenne
<b>MII :</b>	Moustiquaire imprégné d'insecticide
<b>ml :</b>	Millilitre
<b>MRTC:</b>	Malaria Research and Training Center
<b>n :</b>	Nombre
<b>NISPPP :</b>	Note d'information stratégique et politique sur la prévention du paludisme au Mali

<b>OMS :</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>ORSTOM :</b>	Office de la recherche scientifique et technique outre-mer.
<b>P. :</b>	<i>Plasmodium</i>
<b>PCR :</b>	Polymérase Chain Reaction
<b>PID :</b>	Pulvérisation intra domiciliaire
<b>PMI :</b>	President's Malaria Initiative
<b>PNLP :</b>	Programme National de Lutte contre le Paludisme
<b>S :</b>	Splénomégalie
<b>SLIS :</b>	Système local d'information sanitaire
<b>s.l :</b>	sens large
<b>Sp :</b>	Sulfadoxine pyriméthamine
<b>S.S. :</b>	sens strict
<b>SSurRNA :</b>	Sous unités ribosomales d'acide ribonucléique
<b>TAP :</b>	Total moustique ayant piqué
<b>TDR :</b>	Test de diagnostic rapide
<b>TF :</b>	Total enfant fébrile
<b>TIE :</b>	Taux d'inoculation entomologique
<b>TMC :</b>	Total moustique capturé
<b>TNF :</b>	Total enfant non fébrile
<b>TPI :</b>	Traitement préventif intermittent
<b>TS :</b>	Total splénomégalie
<b>µm :</b>	micromètre

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Calendrier des pulvérisations intra domiciliaire (PID) de 2008-2012.....	46
<b>Tableau 2:</b> Caractéristiques socio démographiques et descriptions physiques des ménages par sites d'étude.....	50
<b>Tableau 3:</b> Variations mensuelles de la densité moyenne d' <i>An gambiae s.l</i> par chambre établies par spray-catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).....	51
<b>Tableau 4:</b> Variations mensuelles des agressivités d' <i>An gambiae s.l</i> établies par spray-catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).....	52
<b>Tableau 5:</b> Variations mensuelles des taux d'anthropophilie d' <i>An gambiae s.l</i> après spray catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).....	53
<b>Tableau 6:</b> Variations mensuelles des taux d'inoculation entomologique (TIE) d' <i>An gambiae s.l</i> après spray-catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).....	54
<b>Tableau 7:</b> Fréquence de piqûres d' <i>Anophèles gambiae s.l</i> à l'intérieur et à l'extérieur des chambres par nuit établie par capture sur appât humain à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre) et 2011 (août, octobre).....	55
<b>Tableau 8:</b> Détermination du taux de parité d' <i>Anophèles gambiae s.l</i> établie par capture sur appât humain à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre) et 2011 (juillet, août, octobre).....	56
<b>Tableau 9:</b> Répartition de la population d'étude selon le sexe et la tranche d'âge à Sirakorola et Kenenkoun aux d'octobre 2010, novembre 2011 et octobre 2013.....	58
<b>Tableau 10:</b> Variation des indicateurs de l'infection palustre à Sirakorola et Kenenkoun aux d'octobre 2010, novembre 2011 et octobre 2013.....	59

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Schéma montrant le genre plasmodium parmi les protozoaires.....	19
<b>Figure 2</b> : Classification des principales espèces de Plasmodium .....	20
<b>Figure 3</b> : Cycle parasitaire du paludisme chez le moustique et l'homme. ....	23
<b>Figure 4</b> : Photos montrant la morphologie des œufs (a), des larves (b), des nymphes(c) et des adultes (d et e) d'anophèles.....	29
<b>Figure 5</b> : les différents états de réplétion du sang dans l'abdomen du moustique. ....	31
<b>Figure 6</b> : Cycle biologique des moustiques .....	32
<b>Figure 7</b> : Carte éco-climatique du Mali montrant les sites d'étude Sirakorola et Kenenkoun le cercle de Koulikoro (source GIS-MRTC) .....	39
<b>Figure 8</b> : Carte de la repartitions des gîtes larvaire de Sirakorola et Kenenkoun dans la commune de Dinandougou .....	49
<b>Figure 9</b> : Taux moyens de Mortalité à Sirakorola et Kenenkou par passage. ....	57

# TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	ii
REMERCIEMENTS .....	iv
HOMMAGE AUX MEMBRES DU JURY.....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	x
LISTE DES TABLEAUX .....	xii
LISTE DES FIGURES .....	xiii
TABLE DES MATIERES .....	xiv
<b>1 Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>2 Hypothèse.....</b>	<b>18</b>
<b>3 Objectifs .....</b>	<b>18</b>
3.1 Objectif général.....	18
3.2 Objectifs spécifiques.....	18
<b>4 Généralités.....</b>	<b>19</b>
4.1 Parasite.....	19
4.1.1 Taxonomie du genre Plasmodium .....	19
4.1.1.1 Place du genre Plasmodium parmi les protozoaires .....	19
4.1.1.2 Classification des espèces de Plasmodium .....	20
4.1.1.3 Critères taxonomiques .....	20
4.1.1.4 Taxonomie moléculaire .....	21
4.1.2 Cycle biologique du plasmodium .....	21
4.1.2.1 Cycle asexué chez l'homme ou schizogonie .....	22
4.1.2.2 Cycle sexué chez l'anophèle femelle ou sporogonie.....	23
4.2 Vecteur .....	24
4.2.1 Systématique.....	24
4.2.2 Cycle biologique des anophèles .....	24
4.2.2.1 Œufs.....	24
4.2.2.2 Larve.....	24
4.2.2.2.1 Morphologie de la larve.....	26
4.2.2.3 Nymphe.....	26
4.2.2.4 Moustiques adultes ou imagos .....	27
4.2.2.4.1 Morphologie de l'imago.....	27
4.3 Comportement d'An.gambiae.....	29
4.3.1 Reproduction .....	29
4.3.2 Choix de l'hôte et alimentation .....	29
4.3.3 Lieu de repos.....	30
4.3.4 Digestion du sang et maturation des ovaires .....	30
<b>5 Rappel sur les paramètres entomologiques.....</b>	<b>32</b>
5.1 Etude de la population larvaire .....	32
5.2 Etude de la population adulte .....	32
5.2.1 Composition de la population adulte .....	32
5.2.2 Fréquence relative.....	33
5.2.3 Densités moyennes.....	33
5.2.4 Taux d'agressivité .....	33
5.2.5 Préférence trophique .....	33
5.2.6 Habitudes de repos.....	33
5.2.7 Taux de parité.....	34
5.2.8 Détermination du taux d'infection (TI) et du taux d'inoculation entomologique (TIE) .....	34
5.2.9 Indice de stabilité de la transmission du paludisme .....	34
<b>6 Lutte contre les vecteurs du paludisme .....</b>	<b>34</b>

6.1 Lutte anti-larvaire .....	34
6.1.1 La lutte physique.....	35
6.1.2 Lutte biologique .....	35
6.1.3 La lutte chimique .....	36
6.2 Lutte contre les adultes.....	37
<b>7 Méthodologie .....</b>	<b>39</b>
7.1-site d'étude.....	39
7.2 Type d'étude.....	42
7.3 Période d'étude.....	42
7.4-Collecte des données entomologiques .....	42
7.4-1 Spray catch .....	42
7.4-2 Capture de nuit ou capture sur appât humain.....	43
7.5 Détermination de l'anthropophilie et de l'infestation des moustiques par Tests ELISA (enzyme linked immuno sorbent assay) .....	44
7.6 Test d'efficacité biologique avec les cônes (Cône test) .....	44
7.6.1 Matériels.....	44
7.6.2 Procédure .....	44
7.6.3 Principe.....	44
7.7 Collecte des données démographiques et parasito-cliniques.....	45
7.8 Saisie et analyse des données.....	48
7.9 Considérations éthiques .....	48
<b>8. Résultats .....</b>	<b>49</b>
<b>8.1 Répartition des gîtes larvaires des sites d'études.....</b>	<b>49</b>
8.2 Résultats socio démographique et descriptions physiques des ménages par sites d'études.....	50
8.3 Résultats entomologiques.....	51
8.3.1 Densités d'Anophèles gambiae s.l dans les chambres pulvérisées et non pulvérisées dans les deux sites d'études.....	51
8.3.2 Agressivité d'Anophèles gambiae s.l dans les chambres pulvérisées et non pulvérisées dans les deux sites d'études.....	51
8.3.3 Détermination du taux de parité d'Anophèles gambiae s.l les deux sites d'études.....	56
8.3.4 Détermination du taux d'anthropophilie d'anophèles gambiae s.l dans les deux sites d'études.....	53
8.3.5 Taux d'inoculation entomologique d'anophèles gambiae s.l dans les deux sites d'études.....	54
8.3.6 Détermination du comportement de piqûre d'Anophèles gambiae s.l dans les deux sites d'études.....	55
8.3.7 Test de sensibilité biologique sur les moustiques à Sirakorola et à Kenenkou.....	57
8.4 Résultats parasito-clinique.....	58
8.4.1 Distribution de la population d'étude.....	58
8.4.2 Distribution des Indicateurs de l'infection palustre par passage et par sites.....	59
<b>9 Commentaire et discussion.....</b>	<b>60</b>
<b>10 Conclusion et recommandation.....</b>	<b>64</b>
10.1 Conclusion .....	64
10.2 Recommandations .....	65
<b>11. Référence Bibliographique .....</b>	<b>66</b>
<b>12. Annexes .....</b>	<b>68</b>

## 1 Introduction

Le paludisme (du latin paludis, « marais »), aussi appelé malaria (de l'italien mal'aria, « mauvais air »), est une affection érythrocytaire due à un parasite du genre *plasmodium*, transmis à l'homme par la piqûre infectante de l'anophèle femelle.

Au total cinq espèces de *Plasmodium* sont responsables de paludisme chez l'homme. Il s'agit de *Plasmodium falciparum* (Wellch 1897) l'espèce la plus importante dans la plupart des régions tropicales et responsable de la forme grave du paludisme, *P. vivax* (Grassi et Feletti, 1890), *P. malariae* (Laveran, 1881), *P. ovale* (Stephens, 1922) et *P. knowlesi* dont la capacité infectante chez l'homme a été décrite par Singh B et al (2004).

Les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes constituent les groupes les plus vulnérables à la maladie (WHO, 2013). Chez les femmes enceintes, le paludisme demeure l'une des causes majeures de la dégradation de la santé materno-infantile dans les zones de transmission stable des parasites *Plasmodium falciparum* (Hviid L., 2006).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), le paludisme serait endémique dans 104 pays dont : 79 pays en phase de lutte contre la maladie, 10 pays en phase de pré-élimination, 10 pays en phase d'élimination et seulement 5 en phase de prévention d'introduction de la maladie (OMS, 2012).

L'OMS dans son rapport 2013 estimait autour de 207 millions de cas de paludisme et 627 000 décès associés seulement au cours de l'année 2012. Le nombre de décès chez les enfants de moins de cinq ans en Afrique correspondait à 1300 vies par jour pour la même année.

Le paludisme est souvent perçu comme une maladie de la pauvreté. Il pèse avant tout sur les pauvres qui n'ont accès ni aux mesures de prévention, ni aux traitements. L'impact du paludisme se chiffre autant en nombre de morts et en souffrance humaine qu'en coûts financiers. Son poids économique pèse sur les familles, les ménages et le budget national. Les estimations des taux de mortalité pour le paludisme ont toujours été plus élevées dans les pays où le revenu national brut par habitant était assez faible (OMS, 2012).

Au Mali, le paludisme représente plus de 37,5% des motifs de consultation dans les services de santé (SLIS 2007). Il compte pour 53,4% des causes de décès chez l'enfant de moins de cinq ans et est la première cause d'anémie chez les femmes enceintes (DNS, 2009). La prévalence de la parasitémie palustre parmi les enfants âgés de 6 à 59 mois est estimée à 52% (EDSM-V, 2013).



Selon Touré et collaborateur, en 1985, les principaux vecteurs du paludisme au Mali sont : *An. gambiae s.l* et *An. funestus*.

Le complexe *An. Gambiae s.l* regroupe aujourd'hui sept espèces : *An. Arabiensis*, *An gambiae S.S.* (Deux des vecteurs majeurs du paludisme en Afrique) et *An. melas*, *An. merus*, *An. bwambae*, *An. quadriannulatus A*, *An. quadriannulatus B* ont été décrites en Ethiopie (Hunt et al, 1998).

Au Mali *Anophèles gambiae s.s.* est subdivisé en trois formes chromosomiques qui sont : Bamako, Mopti et savane (Touré et al, 1982). Grâce aux travaux de recherche des auteurs comme Favia, (94, 97, 2001) ; Gentile, ( 2001) et (Fanello et al, 2002), ces formes chromosomiques ont été réparties en deux formes moléculaires : M (Mopti) et S (Bamako/Savane). L'équivalence entre formes chromosomiques et formes moléculaires n'est vérifiée qu'en Afrique de l'ouest (Della Torre, 2001).

Depuis 2005 le Mali fait partie des 15 pays bénéficiaires de l'initiative du président Bush contre le paludisme (PMI). Le programme visait à appuyer les gouvernements des pays endémiques pour assurer une couverture d'au moins 85% des populations vulnérables à travers les interventions spécifiques. Ce paquet d'interventions à haut impact comprend les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII), la pulvérisation intra domiciliaire (PID), le traitement préventif intermittent pour les femmes enceintes (TPI), et les combinaisons thérapeutiques à base d'Artémisinine (CTA) (PMI, 2008). Ces interventions ont été adoptées par le programme national de lutte contre le paludisme (PNLP) qui a pour mission d'animer et de coordonner les activités se rapportant à la lutte contre la maladie.

Au Mali, la lutte anti vectorielle phare est l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide, dont l'efficacité sur l'incidence du paludisme a été prouvée par différentes études. Près de neuf ménages sur dix possèdent, au moins une moustiquaire, qu'elle ait été traitée ou non (88%) ; Environ 84% des ménages possèdent au moins une moustiquaire imprégnée d'insecticide (EDSM-V, 2013).

La pulvérisation intra domiciliaire à l'aide d'insecticides à effet rémanent est un autre outil de lutte anti vectorielle destiné à réduire ou interrompre la transmission du paludisme (OMS, 2013). Cependant cet outil n'est pas encore utilisé de façon universelle au Mali. Elle a été conduite pour la première fois dans les cercles de Koulikoro et de Bla en 2008 puis de Barouéli en 2011 par le PNL.

Dans ces zones pilotes de PID, il n'y avait pas suffisamment de données sur le paludisme aussi bien chez l'homme que chez les vecteurs avant la première PID. Ceci pose un sérieux problème d'évaluation objective des effets de cette intervention sur le plan épidémiologique du paludisme. Une étude d'évaluation continue des paramètres entomologiques, cliniques et parasitologique pourra informer sur la prolifération des vecteurs pendant la saison de transmission et la prévalence de la maladie en période post pulvérisation intra domiciliaire (PID). Cette étude a été conduite dans deux aires de santé de Koulikoro à savoir Kenenkou et a Sirakorola.

## **2 Hypothèse**

Avec la pulvérisation intra domiciliaire effectuée de 2010 à 2013, il y aurait une réduction progressive des paramètres entomologiques et cliniques de la transmission du paludisme dans les deux aires de santé.

## **3 Objectifs**

### **3.1 Objectif général**

Étudier les paramètres entomologiques et cliniques dans les aires de santé de Kenenkoun et de Sirakorola du district sanitaire de Koulikoro couvertes par le programme de pulvérisation intra domiciliaire (PID).

### **3.2 Objectifs spécifiques**

- Caractériser la répartition des gîtes larvaires des sites d'étude ;
- Déterminer les variations mensuelles des paramètres entomologiques de la transmission
- Déterminer l'efficacité biologique des insecticides sur les moustiques par le test à cône.
- Déterminer les indices clinique et parasitologique de la transmission du paludisme chez les enfants de 0 à 9 ans.

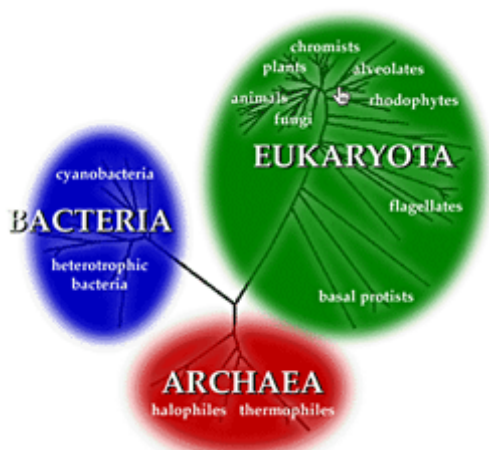
## 4 Généralités

### 4.1 Parasite

#### 4.1.1 Taxonomie du genre *Plasmodium*

##### 4.1.1.1 Place du genre *Plasmodium* parmi les protozoaires

Le genre *Plasmodium* fait parti du même embranchement que les **coccidies** l'embranchement des Api complexa mais à un groupe différent, celui des **hémospordies**. La caractéristique principale des Api complexa est la présence d'un complexe apical. Toutes les **hémospordies** sont des parasites intracellulaires obligatoires et toutes se trouvent dans le sang de vertébrés, comme le suggère leur nom. Elles ont toutes deux hôtes : un hôte vertébré chez lequel se passent la reproduction asexuée (donc **l'hôte intermédiaire**) et un insecte piqueur chez lequel se passe la reproduction sexuée (donc **l'hôte définitif**). L'insecte est, en même temps, responsable de la transmission (**vecteur**).



**Figure 1** : Schéma montrant le genre plasmodium parmi les protozoaires

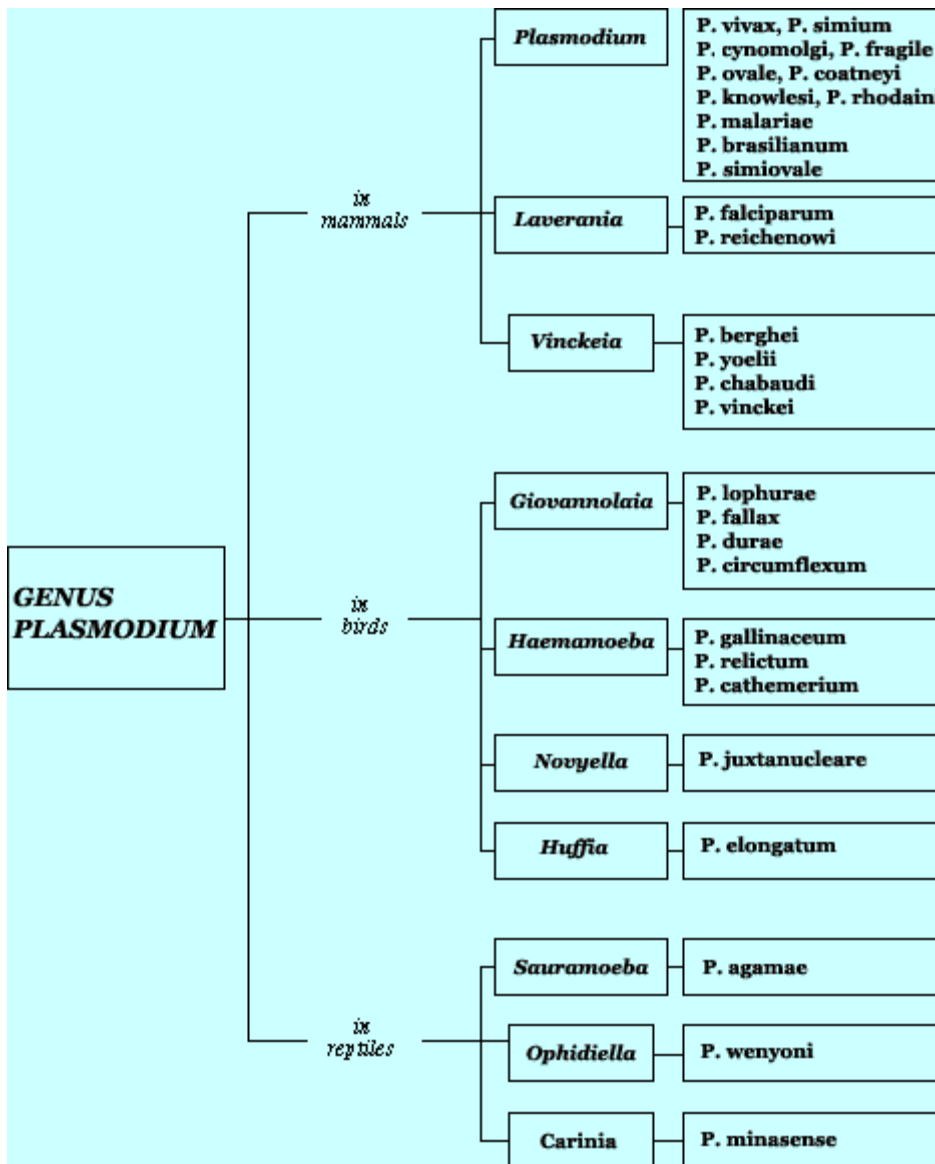
[http://fr.impact-malaria.com/web/formation\\_paludisme/especes\\_souches\\_taxonomie](http://fr.impact-malaria.com/web/formation_paludisme/especes_souches_taxonomie)

*Plasmodium* fait parti du royaume des Protistes (sous Alveolata sous Eukaryota).

Les autres genres du même groupe comprennent *Hepatocystis*, *Haemoproteus* et *Leucocytozoon*, dont aucun n'est infectieux pour l'homme. Tous ont un stade exo-érythrocytaire et tous possèdent des gamétocytes circulant dans le sang périphérique. Seul *Plasmodium* possède un stade de division érythrocytaire.

#### 4.1.1.2 Classification des espèces de Plasmodium

Le genre *Plasmodium* est subdivisé en 10 sous-genres. Les parasites des humains et des primates font tous partie soit du sous-genre *Plasmodium* soit du sous-genre *P. Laverania*, alors que toutes les autres espèces infectant les mammifères font parti du sous-genre hétérogène *P. Vinckeia*.



**Figure 2** : Classification des principales espèces de Plasmodium

[http://fr.impact-malaria.com/web/formation\\_paludisme/especes\\_souches\\_taxonomie](http://fr.impact-malaria.com/web/formation_paludisme/especes_souches_taxonomie)

#### 4.1.1.3 Critères taxonomiques

Ce sont surtout des caractères morphologiques et des particularités du cycle biologique qui ont été utilisés comme critères taxonomiques dans la classification classique de Garnham. Les principaux critères morphologiques incluent la forme du trophozoïte, du gamétocyte et de l'oocyste, le nombre de noyaux dans les schizontes érythrocytaires (et, plus rarement, exo-

érythrocytaires), l'aspect et la distribution du pigment et la nature des effets induits par le parasite sur la cellule hôte (par exemple granulations de Maurer ou de Schüffner). Les principaux critères biologiques incluent la nature des hôtes possibles, le type de cellule-hôte infectée, la durée des différents stades, la présence ou absence de rechutes, la nature du vecteur et la distribution géographique. Bien qu'aucun de ces critères ne représente un marqueur taxonomique idéal, ils ont dans la plupart des cas été considérés comme satisfaisants pour différencier et classer les espèces.

[http://fr.impact-malaria.com/web/formation\\_paludisme/especes\\_souches\\_taxonomie](http://fr.impact-malaria.com/web/formation_paludisme/especes_souches_taxonomie)

#### **4.1.1.4 Taxonomie moléculaire**

L'analyse d'homologies de séquence du gène de la Circum Sporozoite Protein (CSP) de différentes espèces ou la comparaison de l'ARN de différentes petites sous-unités ribosomales (SSUrRNA) ont fourni un type nouveau d'information, montrant par exemple que les plasmodies murines s'étaient séparées des autres parasites de mammifères (probablement à cause de leur cycle biologique plus rapide de 24 heures) et que *P. falciparum* était plus proche des plasmodies aviaires que de celles des mammifères.

Les *Plasmodium* sont des eucaryotes inférieurs, présentant une complexité génétique cinq fois supérieure à celle des bactéries. C'est cette complexité génétique et l'existence d'un important polymorphisme qui explique les capacités de ce parasite, en lui permettant de s'adapter facilement à de nouvelles conditions.

#### **Espèces et souches :**

Le paludisme humain est causé par 5 espèces de *Plasmodium* : *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* et *P. Knowlesi* (Singh et al, 2004). *P. falciparum* est l'espèce la plus redoutable et la plus répandue en Afrique subsaharienne, qui cause la plus grande partie de la mortalité associée à cette maladie.

#### **4.1.2 Cycle biologique du plasmodium**

Le cycle du *Plasmodium* exige deux hôtes pour accomplir son développement, un hôte définitif invertébré (le moustique) et un hôte intermédiaire vertébré (l'homme). La multiplication asexuée se déroule chez l'homme et une multiplication sexuée chez l'anophèle femelle.

#### 4.1.2.1 Cycle asexué chez l'homme ou schizogonie

Au cours du repas sanguin l'anophèle femelle infecté inocule à l'homme les sporozoïtes, forme parasitaire de 15 µm de long sur 1 à 2 µm de large, qui demeurent libres pendant environ une demi-heure puis pénètrent dans un hépatocyte (début du cycle intra hépatique). Après 40 à 50 heures, les *plasmodia* (cryptozoïtes) subissent une multiplication asexuée (schizogonie intra hépatique) aboutissant à la formation du « corps bleu », schizonte de 30 à 70 µm de diamètre et déformant l'hépatocyte. Les schizontes murs contiennent 10.000 à 30.000 noyaux autours desquels s'individualisent des fragments de cytoplasme aboutissant à la formation de mérozoïtes qui sont libérés dans la circulation sanguine par éclatement des hépatocytes infectés.

Un stade hypnozoïte (cycle exo érythrocytaire) résultant de la pénétration dans un hépatocyte de certains mérozoïtes particuliers a été décrit chez *P.vivax* et *P.ovale*. Ces formes restent quiescentes pendant des périodes variables selon les souches et expliqueraient les rechutes cliniques possibles avec *P. vivax*. Et *P. ovale*.

Dans la circulation sanguine, les mérozoïtes provenant du foie ont une vie libre de quelques minutes et doivent rapidement pénétrer dans un globule rouge ; ayant pénétré dans l'érythrocyte, le parasite perd les organelles spécialisés pour l'invasion (complexe apical et 'revêtement membranaire') et se dé-différentie en une forme trophozoïte, arrondie, localisée dans la vacuole parasitophore à l'intérieur du cytoplasme érythrocytaire. Le jeune trophozoïte de 1 à 2 µm (parfois appelé stade "en anneau", en raison de sa morphologie sur les frottis) commence par grandir avant de commencer une série de divisions du noyau. Celui-ci augmente de taille et accroît son contenu en ADN (acide désoxyribonucléique) pour aboutir à des schizontes. Ces derniers divisent leur noyau 3-5 fois et progressivement s'individualisent 8 à 32 mérozoïtes qui se disposent en rosace. Le globule rouge éclate et libère des mérozoïtes qui peuvent de nouveaux pénétrer dans un nouvel érythrocyte pour poursuivre un cycle schizogonique ou (endoérythrocytaire). Une caractéristique marquante du cycle érythrocytaire est le fait que les parasites ont tendance à se développer de façon synchrone.

La durée de maturation au cours du cycle endoérythrocytaire est une caractéristique de chaque espèce plasmodiale.

Après un ou plusieurs cycles érythrocytaires, des stades sexués apparaissent : les gamétocytes dont le développement est bloqués chez l'homme.

### 4.1.2.2 Cycle sexué chez l'anophèle femelle ou sporogonie

En prenant son repas sanguin sur le sujet parasité, l'anophèle femelle absorbe toutes les formes parasitaires présentes dans le sang. Seuls les gamétocytes assurent la poursuite du cycle. Dans l'estomac du moustique, les gamétocytes mâles se transforment en gamètes mâles par exflagellation. Les gamétocytes femelles se transforment en gamètes femelles par expulsion de corpuscules chromatiniens.

La fécondation de gamète femelle donne un œuf mobile, l'ookinète qui traverse la paroi de l'estomac de l'anophèle et se fixe au niveau de la face externe formant l'oocyste, dans lequel s'individualisent les sporozoïtes qui sont les formes mobiles du parasite (sporogonie).

L'oocyste éclate et les sporozoïtes gagnent préférentiellement les glandes salivaires de l'anophèle. De ce réservoir, ils pourront être injectés avec la salive lors d'une piqûre infestante.

La durée de ce cycle est de 12 à 30 jours pour *P.falciparum* (à 28°C, la durée de la sporogonie est de 9 à 10 jours), 8 à 30 jours pour *P.vivax* (à 28°C, le cycle est de 8 à 10 jours). Le cycle est long pour *P. malariae* et *P.ovale* (à 28°C, le cycle est de 12 à 14 jours pour *P.ovale* et 14 à 16 jours pour *P. malariae*). Mais elle peut varier en fonction de la température. Le cycle s'arrête lorsque la température moyenne est inférieure à : 18°C (*P.falciparum*) et 15°C (*P.vivax* et *P. malariae*).

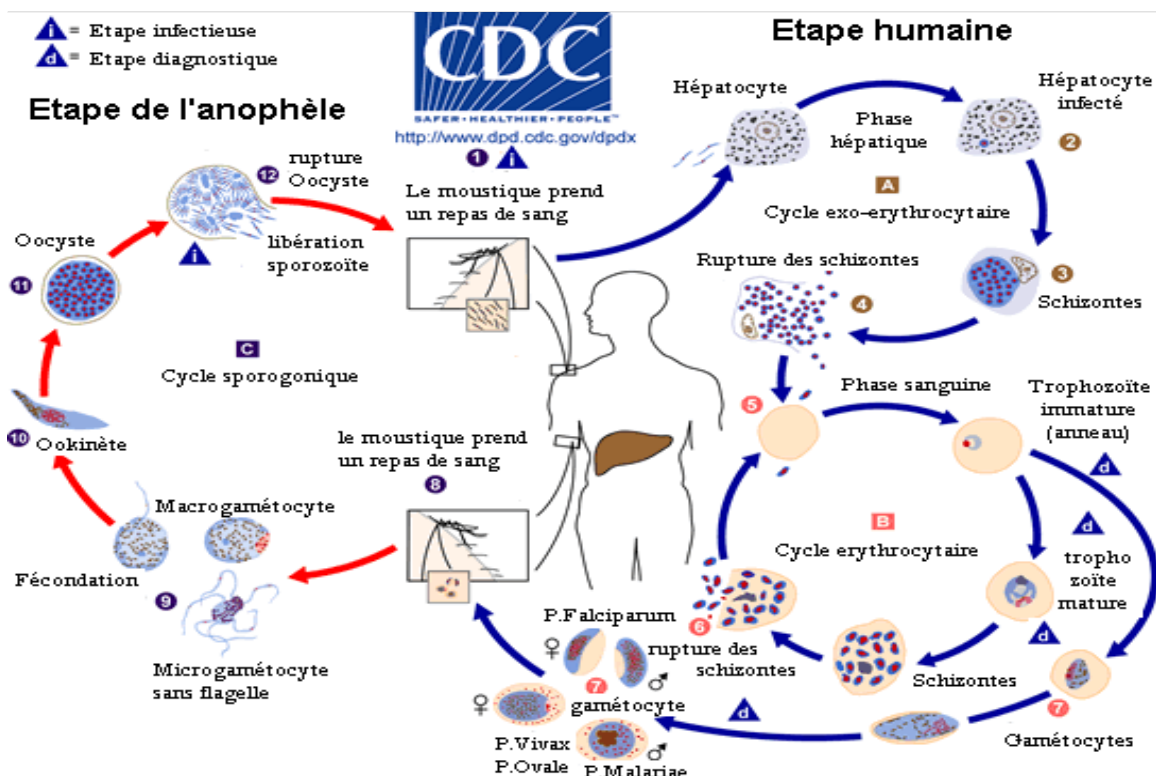


Figure 3 : Cycle parasitaire du paludisme chez le moustique et l'homme.

## **4.2 Vecteur**

Le vecteur du paludisme est un moustique du genre *Anophèles*.

### **4.2.1 Systématique**

Les anophèles sont des moustiques du règne animal, du sous règne des Métazoaires, de l'embranchement des Trachéates, de la classe des Insectes, de la sous classe des Ptérygotes, de l'ordre des Diptères, du sous ordre des Nématocères, de la famille des Culicidae ou moustiques vrais, de la sous famille des Anophelinae.

Plus de 450 espèces d'Anophèles sont décrites jusqu'à nos jours. Mais seulement environ 80 d'entre elles sont des espèces responsables de la transmission du paludisme à l'homme.

Seules les femelles sont hématophages, les mâles quant à eux, sucent le suc des plantes. Les mâles fécondent les femelles qui prennent un ou plusieurs repas de sang (selon les espèces) et vont pondre dans les gîtes les plus proches. Après éclosion, il faut environ 7 jours pour *An. gambiae* et 3 semaines pour *An. funestus*, à la température de 27 °C pour effectuer la totalité du cycle : œuf à imago.

### **4.2.2 Cycle biologique des anophèles**

#### **4.2.2.1 Œufs**

Les *anophèles* pondent généralement leurs œufs séparément à la surface de l'eau. Après la copulation, la femelle a besoin d'un repas de sang pour faire murir le premier lot d'œufs. Chaque lot comporte 80 à 300 œufs lors de la ponte (Bates, 1949 ; Clements, 1963 ; Yaro et al, 2006). L'*anophèle* femelle peut pondre entre 800 et 1000 œufs au cours de sa vie (Goma, 1966 ; Rodhain et Perez, 1985). Chaque œuf est muni de flotteurs latéraux remplis d'air qui l'empêche de couler (Traoré, 1986) et mesure environ 0,5 micromètre. L'éclosion se produit généralement 24 à 36 heures après la ponte mais elle peut être retardée par des baisses de températures (Holstein, 1949). Les œufs restent à la surface de l'eau durant l'embryogénèse.

#### **4.2.2.2 Larve**

La larve obtenue après éclosion mesure à peine 1mm, ne possédant pas de siphon, elle flotte parallèlement à la surface de l'eau pour respirer. Les larves subissent trois mues consécutives qui, par des modifications morphologiques qu'elles engendrent, les conduisent du 1er stade larvaire ou instar au 4ème stade (stade de larve adulte).

Il peut s'écouler un temps de 24 à 48 heures entre les différents stades. La larve reste au 4ème stade pendant trois ou quatre jours avant d'être nymphe. Plus la température est basse, plus



l'évolution des stades aquatiques est lente, prenant plus de temps pour se développer (OMS, 2003). La morphologie externe des larves diffère selon que l'on s'adresse aux *Anophelinae*, *Culicidae* ou *Aedinae*. Le corps de la larve est divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen. La durée du stade larvaire est très variable. Les facteurs de variation sont très nombreux : alimentation, concurrence vitale, température, PH, salinité.

#### 4.2.2.2.1 Morphologie de la larve

##### La tête

La tête est une structure plus ou moins globulaire fortement chitineuse (larve encéphale) ; elle comprend notamment les yeux, les antennes et les pièces buccales qui entourent la bouche ; le dessus de la tête présente un certain nombre de soies dont la position et la forme sont importantes pour l'identification. Un cou membraneux sépare la tête du thorax.

##### Le thorax

Composé de trois parties (le prothorax, le mésothorax et le métathorax) le thorax est globuleux et porte de très nombreuses soies.

##### L'abdomen

Il est composé de 10 segments dont les 8 premiers segments sont similaires et 2 segments modifiés. Le 9ème segment porte les deux stigmates (spiracle) respiratoires. Il n'y a pas de siphon ; ainsi la larve se tient juste au dessous de la surface de l'eau pour respirer (stigmates). De part et d'autre des stigmates, se trouve aussi une pectine, plaque triangulaire avec des dents en forme de peigne. Le neuvième segment est réduit en une plaque dans la zone du spiracle. La partie supérieure du segment anal est occupé en grande partie par une grande plaque tergale appelée la selle. Des soies peuvent émerger de cette plaque ou du segment anal. Quatre papilles se détachent du segment anal (OMS, 2003) ; le dixième segment est l'anus.

#### 4.2.2.3 Nymphe

A la fin du stade larvaire, la larve, parvenue à son complet développement, cesse de se nourrir. Elle subit alors sa quatrième mue en donnant une nymphe. La nymphe ou puppe est le stade de passage de la vie aquatique à la vie aérienne (moustique adulte). Son aspect général est celui d'une « virgule » à corps ou de point d'interrogation. Le corps correspond au céphalothorax, il est muni d'une paire de trompettes respiratoires, tandis que la pointe correspond à l'abdomen qui se termine par des palettes natatoires (Mattingly, 1969).

On peut distinguer la nymphe des *Anophelinae* de celle des *Culicinae* et *Aedinae* par la position de la soie latérale du segment qui, chez les *Anophelinae*, se trouve à l'angle inférieur du segment et, chez les *Aedinae* et *Culidinae*, se trouve reportée au-dessus de l'angle inférieur du segment. La durée de la vie nymphale est également variable oscillant entre un et six jours suivant les espèces.

#### 4.2.2.4 Moustiques adultes ou imagos

Les imagos d'*An. gambiae* se posent obliquement au support, la trompe dans l'axe du corps. Ainsi *An. funestus* se distingue morphologiquement d'*An. gambiae s.l* par sa taille plus petite, sa couleur plus sombre.

##### 4.2.2.4.1 Morphologie de l'imago

Il comprend trois parties distinctes : tête, thorax et abdomen

#### Tête

La tête possède une paire d'yeux composés. Une paire d'antennes sont fixées sur la tête entre les yeux. Une paire de quinze articles (chez la femelle) à seize (chez le male), segments porteurs de verticilles de soies plus longues chez la femelle (Holstein 1949). Les palpes maxillaires sont constitués de 5 articles de même longueur que la trompe. Les palpes sont recouverts d'écailles qui peuvent de différentes couleurs et utilisée dans l'identification d'espèce. Un proboscis se détache de la partie ventrale de la tête et est dirigé vers l'avant.

#### Thorax

Le thorax présente une paire d'ailes et une paire d'haltères sur sa face supérieure et 3 paires de pattes sur sa face inférieure ou ventrale (une paire de patte par segment thoracique). Les pattes sont formées chacune de neuf articles.

Il est constitué de 3 parties :

- Le prothorax réduit ;
- le mésothorax est partie la plus développé du thorax, porte dorsalement la paire (antérieure) d'ailes fonctionnelles ;
- le métathorax est réduit dans sa partie dorsale, sa partie pleurale est mieux développée, il porte la paire d'ailes vestigiales ou haltères jouant un rôle dans l'équilibration du vol.

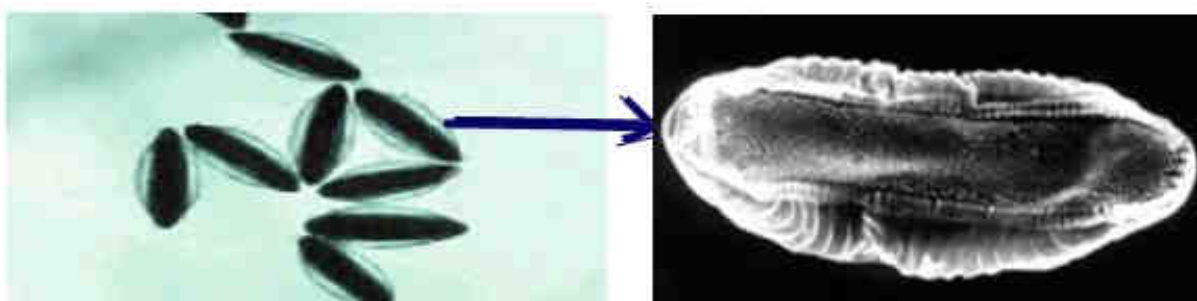
Les ailes présentent un certain nombre de **veines** ; chaque veine porte un numéro ou un nom. Le **costa** est la veine qui longe le bord antérieur de l'aile et la veine plus courte située juste en dessous est le **subcosta**, il y a 6 autres veines numérotées de 1 à 6, les veines sont couvertes d'écailles habituellement brun foncé, blanc ou de couleur crème. Le bord postérieur de l'aile est garni de fines écailles beaucoup d'anophèles ont des ailes présentant des taches sombres et claires distribuées sur la surface et qui sont utilisée pour la détermination de l'espèce.

Les pattes sont longues et composées d'un **coxa** court qui la relie au corps de l'insecte, suivie d'un court **trochanter**, ensuite un long **fémur**, un long **tibia** et un long **tarse** faites d'une série de

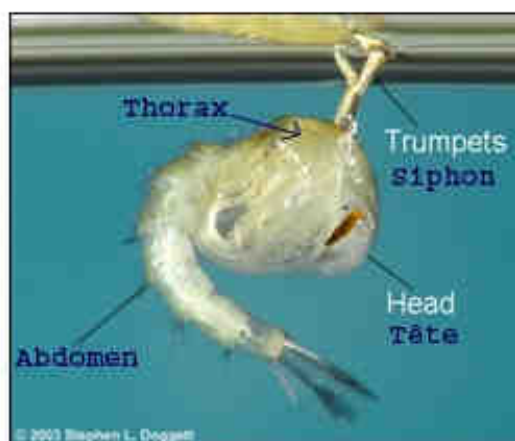
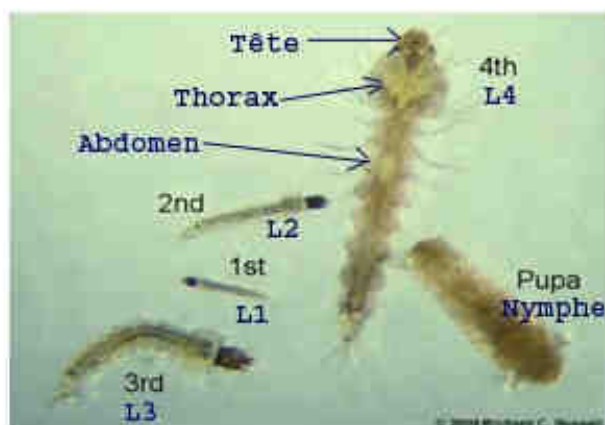
cinq parties. Les cinq parties sont numérotées de 1 à 5, le segment 1 étant le plus proche du corps. Au bout de la patte se trouve la paire de griffes. Les pattes sont aussi couvertes d'écaillés qui peuvent être de différentes couleurs et utilisées dans l'identification d'espèces.

### Abdomen

L'abdomen des anophèles est constitué de dix segments. Les huit premiers sont nettement visibles, les 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> segments peu visibles et rétractiles sont des segments génitaux. Ils forment les *genitalia* ou *terminalia* ou encore hypopygium (Hamon et al, 1961). L'hypopygium montre chez le mâle une structure complexe d'une importance taxonomique considérable (Roth, 1980). Les plaques supérieures s'appellent tergites et les plaques inférieures sternites. Elles sont reliées par une membrane qui permet la distension de l'abdomen lorsque la femelle prend un repas de sang.



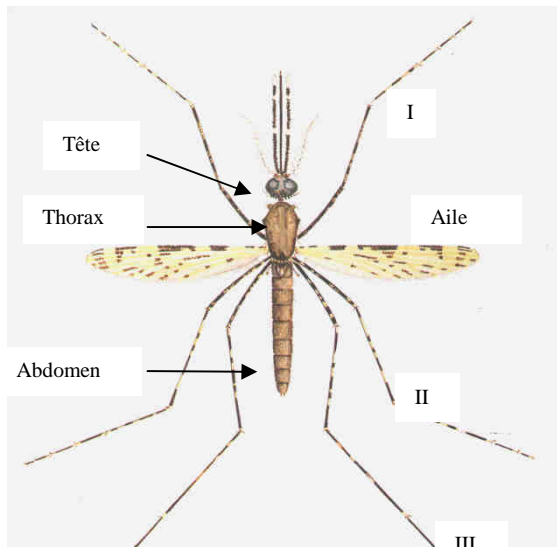
a) Oeuf d'anophèles



b) larve d'anophèle

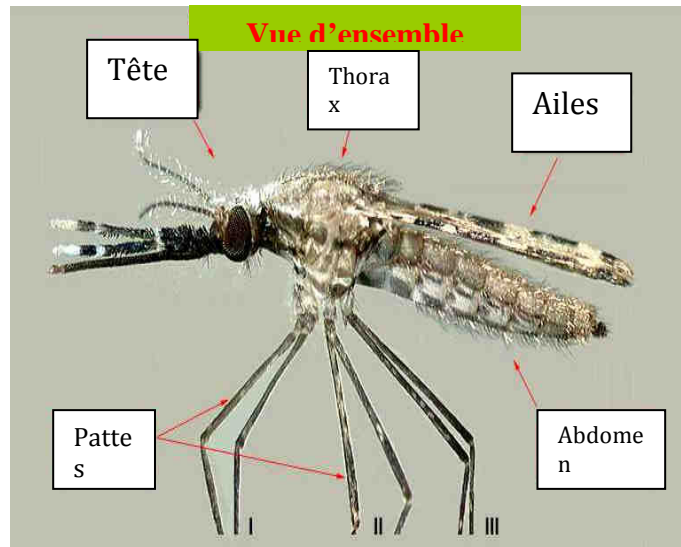
c) Nympe d'anophèle

Source: <http://www.cdc.gov/malaria/biology/mosquito/>



d. Femelle adulte d'*Anopheles funestus*

Source : Gillies et DeMeillon, 1968



e. Femelle adulte d'*Anopheles gambiae s.l*

Source : Hervy et al. ORSTOM

**Figure 4 :** Photos montrant la morphologie des œufs (a), des larves (b), des nymphes(c) et des adultes (d et e) d'anophèles.

### 4.3 Comportement d'*An.gambiae*

#### 4.3.1 Reproduction

Accouplement : la femelle ne copule généralement qu'une seule fois, l'œuf sera fécondé par le sperme relâché à partir des spermathèques lors de son passage dans l'oviducte, la quantité de sperme reçue est suffisante pour féconder tous les lots d'œufs successifs. Le premier repas sanguin est normalement pris après copulation (les males ne s'accouplent généralement que plus tard, le 2ème ou 3ème jour de leur vie imaginaire lorsque leurs organes reproducteurs externes sont bien placés (J. MOUCHET) Etude. Med) . La maturation du premier lot d'œuf nécessite un ou deux repas de sanguins (suivant les espèces), les lots suivants ne demandent qu'un seul repas de sang.

#### 4.3.2 Choix de l'hôte et alimentation

Les habitudes trophiques et de repos des moustiques sont d'une grande importance dans les programmes de contrôle du paludisme. Les anophèles piquent généralement la nuit, certains juste après le coucher du soleil, d'autres piquent au milieu de la nuit. Les moustiques ont une préférence de pique variée, certaines espèces sont endophages (pique à l'intérieur des maisons), d'autres sont exophages (pique à l'extérieur des maisons).

Selon les espèces, les moustiques ont une habitude trophique variée, ceux qui piquent l'homme sont appelés anthropophiles, sont appelés zoophiles les moustiques qui piquent les animaux.

#### **4.3.3 Lieu de repos**

La femelle gorgée cherche un lieu de repos pour accomplir sa digestion. La plupart des anophèles ayant piqués dans les maisons se reposent sur les murs ou la toiture de la même habitation ; ils sont dits endophiles.

Ils restent à l'intérieur des maisons pendant une durée variable, d'autres n'y passent que quelques heures seulement et ressortent pendant la même nuit ou à l'aube qui suit le repas. Le temps de contact du moustique avec les parois de la maison est d'une importance capitale pour la lutte antipaludique, pendant cette période de repos le moustique entre en contact avec l'insecticide déposé sur les murs lors des PID.

Selon la durée d'exposition à l'insecticide le moustique est intoxiqué ou sortira sans être intoxiqué et pourra continuer à transmettre. Les espèces endophiles présentent une proportion d'individus qui manifeste des tendances à quitter rapidement les maisons pour gagner des abris extérieurs. Ces abris extérieurs sont surtout constitués par les berges en surplomb, les creux dans la terre, les crevasses du sol, les cheminées des termitières... des abris extérieurs artificiels présentant les mêmes conditions écologiques sont utilisés pour étudier ces lieux de repos naturels (puits de Thomson)

La plupart des moustiques qui piquent à l'extérieur, vont directement dans les abris extérieurs sont dits exophiles. Lors des campagnes de PID cette fraction de moustique n'aura aucun contact avec les insecticides muraux.

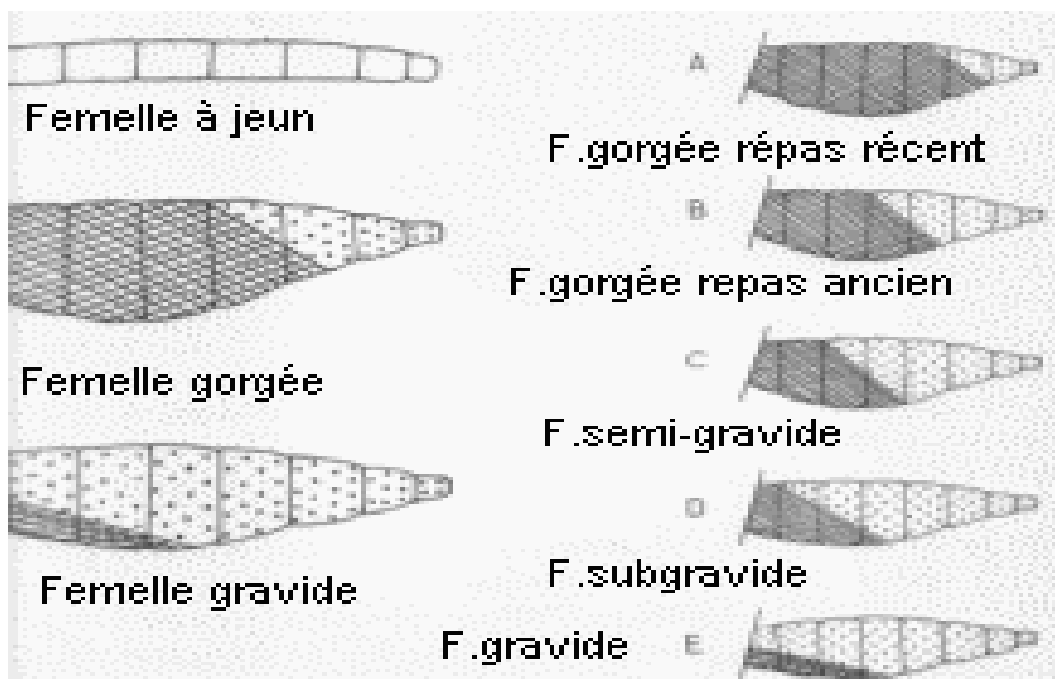
Dans certaines régions dénudées ou les gens se couchent à l'extérieur, les moustiques piquent évidemment à l'extérieur mais se réfugient dans les maisons qui sont les seuls abris possibles où-tout au moins les plus faciles d'accès.

#### **4.3.4 Digestion du sang et maturation des ovaires**

L'anophèle, lors du repas sanguin peut prélever jusqu'à quatre fois le volume de son abdomen. Après le repas de sang, la femelle se repose, le plus souvent près du sujet sur lequel elle s'est nourrie. Le sang ingéré se concentre, devient noir et exsude les produits aqueux pendant 1 à 2 heures. Pendant la digestion les ovocytes grossissent, occupent la plus grande partie de l'abdomen qui paraît blanc par transparence. Il est facile d'apprécier à l'œil nu l'évolution de l'abdomen pendant la digestion du sang. Chez l'anophèle, la maturation de l'ovaire (développement des ovaires) et digestion du repas de sang prennent le même temps : à mesure

que le sang est digéré, les ovaires se développent. Sur base de l'aspect de son abdomen, un anophèle femelle peut être classé en **fraichement gorgée, semi-gravide ou gravide**

- **Femelles à jeun ou non gorgées** : femelles âgées n'ayant pas encore pris un repas sang. Après une ponte. L'abdomen est très plat.
- **Femelles gorgées** : femelles ayant pris fraîchement un repas de sang, l'abdomen apparaît rouge clair ou sombre à cause du sang ingéré. Les ovaires occupent une petite place à l'extrémité de l'abdomen, ils ne sont pas rouge et concernent deux segments sur la face ventrale et, tout au plus, cinq segments sur la face dorsale.
- **Femelles semi-gravide** : l'abdomen contient du sang de couleur sombre –presque noir et occupe trois ou quatre segments sur la face ventrale et six ou sept segments sur la face dorsale dont l'ovaire occupe la plus grande partie.
- **Femelles gravides** : le sang est réduit à une petite tache sombre sur la face ventrale. Les ovaires occupent le reste de l'abdomen.



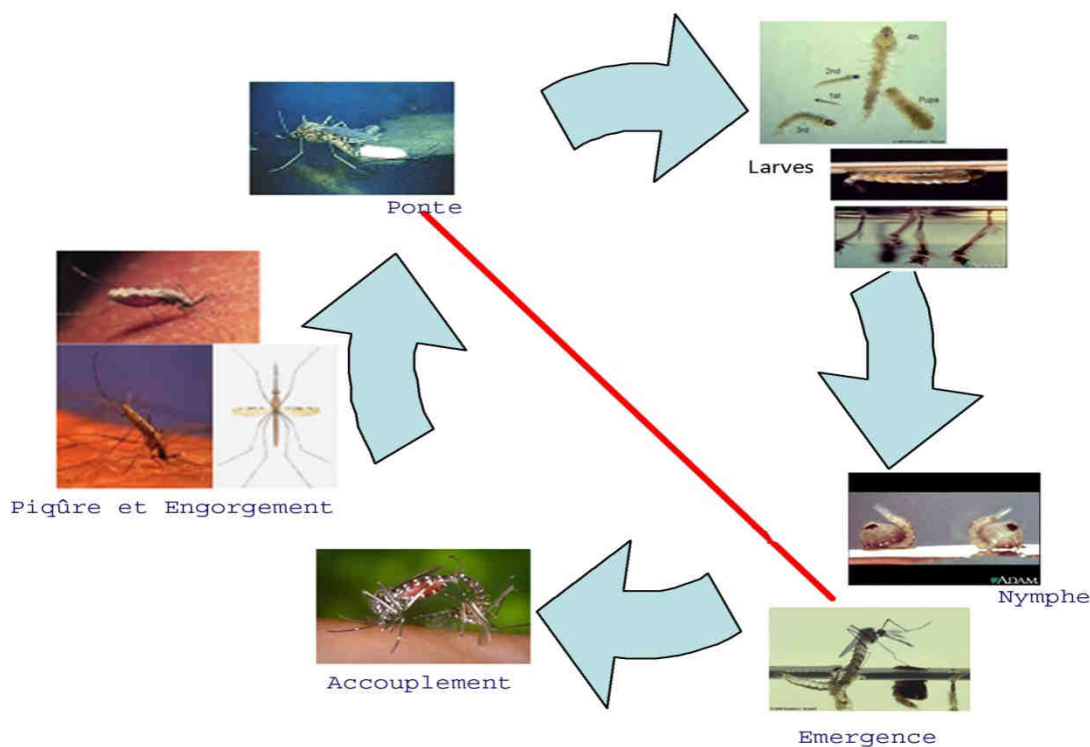
**Figure 5** : les différents états de réplétion du sang dans l'abdomen du moustique.

Source : <http://.lozere.org/perso/malaria/Vecteur.htm>

Une fois à maturité, l'ovocyte est pondu ; c'est au cours de la ponte, lors de son passage dans l'oviducte qu'il est fécondé par les spermatozoïdes conservés dans la spermathèque et devient un œuf (Clements, 1992).

Cycle biologique illustrant les différentes étapes de l'évolution du moustique, de durée variable selon l'espèce.

Pour *An.gambiae s.l* elle dure 9 à 10, 3 semaines pour *An.funestus*, à la température de 27°C.



**Figure 6 :** Cycle biologique des moustiques

NB : Photos tirés de : ADAM ; <http://www.cdc.gov/malaria/biology/mosquito/> (Dernière mise à jour : 7 Septembre, 04 & <http://www.lmca.us/education/lifecycle/life12.htm>

## 5 Rappel sur les paramètres entomologiques

### 5.1 Études de la population larvaire

Il s'agit de la détermination des espèces larvaires et des gîtes favorables à leur développement ; leur contrôle peut renforcer les effets d'autres méthodes de contrôle. Il n'affecte que la densité vectorielle et exige une large couverture pour être significativement efficace.

### 5.2 Études de la population adulte

#### 5.2.1 Composition de la population adulte

Détermination de la population anophélienne vectrice de la transmission dans une localité (déterminations des espèces, les formes moléculaires par PCR).



### 5.2.2 Fréquence relative

Détermination de la fréquence relative par espèce dans la population de vecteur par saison et par localité.

### 5.2.3 Densités moyennes

C'est le nombre moyen par chambre des différentes espèces vectrice.

### 5.2.4 Taux d'agressivité

Nombre moyen de piqûres des différentes espèces vectrices par homme et par nuit par spray catch.

Elle représente le calcul indirect du taux de piqure sur l'homme, cette méthode utilise les récoltes par pulvérisation et ramassage sur drap dans les maisons pour estimer le taux de piqure sur l'homme, qui est obtenu en divisant le nombre total de moustiques gorgées par le nombre total d'occupants (humains) qui ont passé la nuit dans les maisons où la récolte a eu lieu. **m.a** représente l'agressivité moyenne

$ma = (\text{nombre total de moustique gorgé+semi gravide}) / \text{nombre total d'occupant}$

### 5.2.5 Préférence trophique

Elle est généralement déterminée par l'analyse des repas de sang par la méthode ELISA. La proportion des moustiques avec sang humain (appelée indice d'anthropophile, H) dans une espèce vectorielle peut ensuite être utilisée comme indication du degré d'anthropophile de cette espèce (taux d'anthropophile des espèces vectrice par village et par saison) ;

$H = (\text{nombre de moustiques avec du sang humain}) / (\text{nombre total des moustiques avec sang})$ .

### 5.2.6 Habitudes de repos

Un indice important est la proportion de repas sanguins pris sur l'homme suivis par une période de repos à l'intérieur.

Un élément du succès des pulvérisations intra domiciliaire dans l'interruption de la transmission du paludisme est de réduire la longévité des moustiques en dessous de la durée de temps nécessaire au développement des sporozoïtes des plasmodiums et de réduire la densité des moustiques. Il s'agit des moustiques qui se reposent sur une paroi, un plafond, ou en d'autres endroits sombre de la maison, avant mais surtout après la piqure.

### 5.2.7 Taux de parité

La détermination de la parité se fait par dissection des ovaires. Leur examen permet de reconnaître une femelle pare (c'est-à-dire qui déjà pris un repas de sang au moins une fois et pondu au moins une fois) d'une nullipare (qui n'a pas encore pris de repas de sang ni pondu).

### 5.2.8 Détermination du taux d'infection (TI) et du taux d'inoculation entomologique (TIE)

Les échantillons de moustiques obtenus par spray-catch ont été traités par la méthode ELISA CSP pour la détermination du taux d'infection ou indice sporozoitique, puis en déduire le taux d'inoculation entomologique qui est le nombre de pique infectantes par personne et par unité de temps.

**TI** représente le nombre de moustique positif à l'ELISA CSP sur le nombre total traité multiplié par 100.

**TIE** est le nombre de pique infectant par homme et par unité de temps :  $TIE = ma \times TI$

### 5.2.9 Indice de stabilité de la transmission du paludisme

a-détermination de la stabilité de la transmission de différentes espèces vectrices dans les villages et par saison.

IS = (nombre de repas de sang pris sur l'homme par un vecteur en un jour = % de repas

Pris sur l'homme multiplié rythme de pique de l'anophèle qui est de ½ par jour soit 0,5) ou (a) divise par (p=taux quotidien de survie) exprimée à partir du taux de parité ;

$$p = \sqrt[n]{\text{taux, femelles, pares}}$$

-Si IS inférieure à 0,5 paludisme instable

-Si 0,5 inférieur ou égal à IS et inférieur à 2,5 stabilité moyenne du paludisme

-si IS supérieur à 2,5 nous avons un paludisme stable

## 6 Lutte contre les vecteurs du paludisme

Il existe deux principales méthodes : le contrôle larvaire, et le contrôle des moustiques adultes

### 6.1 Lutte anti-larvaire

Le contrôle larvaire ne peut être efficace que si les gîtes sont limités en nombre, facilement identifiables, accessibles et traitables. Il est plus utile dans les zones à population humaine dense avec peu de gîtes ; dans les climats arides ; pendant les périodes de sécheresse dans les zones

endémiques quand les gîtes sont bien délimités, définis et traitables ; dans les camps de réfugiés, dans les zones à risque de paludisme et à faible pluviométrie (OMS, 2003).

### **6.1.1 La lutte physique**

C'est une modification intentionnelle du biotope visant à faire disparaître ou réduire par des moyens physiques les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent.

On distingue :

#### **Le drainage**

Il consiste à faire évacuer les eaux du gîte à l'aide d'un drain vers un milieu naturel. Le drainage à l'avantage d'évacuer rapidement les eaux et d'entraîner les œufs et les larves vers des milieux défavorables à leur développement ou leur destruction rapide est assuré.

#### **La mise en boîte des eaux**

Elle consiste à concentrer les eaux dans les tranchées, et par conséquent réduire la superficie du gîte à empoisonner. Cette méthode est utilisée dans le cas de gîtes importants situés loin d'un récepteur naturel.

#### **Le comblement**

Il consiste à éliminer les gîtes de petite superficie, et de profondeur moyenne à l'aide de matériaux (pierres débris de construction).

#### **Le boisement**

Il s'agit de la plantation d'arbres, Eucalyptus ou autres végétations hydrophiles dans les sols humides regroupant plusieurs résurgences d'eau à faible débit (<http://lozere.org/perso/malaria/LUTTE-ANTILARVAIRE.htm>).

### **6.1.2 Lutte biologique**

#### **Poissons larvivores**

Les poissons larvivores se nourrissent des larves de moustiques. Les principales espèces sont :

- *Gambusia affinis* ou poisson à moustique est plus efficace dans les eaux claires
- *Poecilia reticulata* ou guppy est utilisé avec succès dans les eaux polluées de matières organiques. Cette espèce supporte des températures élevées que *Gambusia* et convient mieux donc dans les rizières des pays chauds, outre à l'inverse de *Gambusia*, ils ne peuvent survivre à des températures inférieures à 10°C (OMS, 2003).

#### **Bactéries Larvicides**

Elles produisent des toxines qui tuent les larves après ingestion. La bactérie *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) est plus efficace dans l'eau propre, ne représente aucun danger pour les autres

insectes, poissons, hommes et animaux supérieurs aux doses normales et suivant la formulation employée, son désavantage est que sa densité l'entraîne au fond du gîte alors que les larves d'anophèles se nourrissent en surface.

*Bacillus sphaericus* produit une toxine dont les effets sont semblables à celui du Bti mais plus efficace dans les eaux polluées (OMS, 2003).

### **6.1.3 La lutte chimique**

Elle consiste à utiliser des corps chimiques qui tuent les larves et les pupes de moustiques. Leur usage se fait sur des gîtes larvaires qui ne peuvent être drainés ou comblés ou lorsque les autres méthodes de contrôle s'avèrent trop onéreuses ou impossibles. Il existe plusieurs sortes de larvicides chimiques :

#### **Le pétrole et ses dérivés**

Sont utilisés pour les eaux stagnantes impropres à l'irrigation ou à la consommation par les animaux. Ils forment un film à la surface de l'eau, empêchant les larves de respirer.

#### **Les insecticides**

##### **Les principales familles d'insecticides utilisées sont :**

Les organochlorés

Les organophosphorés

Les carbamates

Les pyréthrinés/pyréthrinoides

Les analogues hormones d'insectes

##### **Les insecticides chimiques courants**

Les organophosphorés en dépit des niveaux de résistance en augmentation dans certaines régions sont les plus utilisés.

Le Temephos (56-112 g/ha) du fait de sa faible toxicité sur les mammifères a été le larvicide le plus utilisé dans le monde. Il peut être utilisé dans l'eau d'irrigation des récoltes alimentaires, pour le traitement des eaux de boisson mais il est toxique pour les poissons.

Le Fenathion (22-112 g/ha) peut être utilisé à condition de ne pas contaminer l'eau de boisson et les aliments (OMS, 2003).

##### **Régulateurs de croissance des insectes**

Ce sont des composés chimiques hautement toxiques pour les larves de moustiques dont ils empêchent le développement en adultes. Leur coût élevé limite leur usage. Ils peuvent être divisés en : (a) analogues de l'hormone juvénile empêchant le développement des larves en

pupes viables ou de pupes en adultes (ils ne tuent pas les larves) ; (b) inhibiteurs de synthèses de la chitine qui, interférant avec le processus de mue, tuent les larves quand elles muent. Ces produits sont le Diflubenzuron (25-100 g/ha), le Methoprene (20-40 g/ha) et le Pyriproxyfen (5-10 g/ha) (OMS, 2003).

## **6.2 Lutte contre les adultes**

Se sont des moyens de lutte entraînant une diminution du contact entre vecteur et homme.

### **6.2.1 Pulvérisations intra domiciliaires**

Les pulvérisations intra domiciliaires à l'aide d'insecticides à effet rémanent constituent encore un outil de lutte anti vectorielle puissant destiné à réduire ou à interrompre la transmission du paludisme. L'application continue d'insecticides à grandes échelles ne peut être pérennisée à cause du cout, de la résistance acquise par le vecteur et des risques pour l'environnement.

Ces pulvérisations ne peuvent être employées avec succès que lorsque :

- la majorité des vecteurs est endophile ;
- la population vectrice est sensible aux insecticides choisis ;
- une fraction importante des maisons ou des structures situées dans les aires opérationnelles offre des surfaces pulvérisables (OMS, 2003).

### **6.2.2 Moustiquaires et autres supports traités par insecticides**

Dans de nombreux pays la mise en œuvre des programmes de moustiquaires imprégnés (MII), fait partie d'une approche intégrée de contrôle du paludisme. Toutefois, leur mise en place nécessite une adaptation aux conditions locales.

En tant que matériel de prévention et de contrôle du paludisme, le programme des (MII) se fixe sur certains principes de base :

- protection personnelle dans les groupes à haut risque ;
- contrôle de la transmission avec pour cible une couverture élevée, dépassant par exemple 80% de la totalité de la population.

Les moustiquaires traitées aux pyréthrinoides, à cause de leur effet excito-répulsif sur la plupart des espèces vectrices, protègent plus que les moustiquaires non traitées.

Les rideaux, les hamacs traités avec les insecticides pyréthrinoides réduisent le contact homme vecteur (OMS, 2003).

### **6.2.3 Amélioration de l'habitat humain**

Elle permet d'empêcher l'entrée des moustiques et leur repos à l'intérieur. La protection par des moustiquaires aux fenêtres, aux avancées des toits, aux portes est une méthode efficace si elle est bien faite et entretenue. Les implantations de nouvelles habitations doivent être planifiées (plan, matériaux de construction, localisation par rapport aux gîtes) pour prévenir le paludisme (OMS, 2003).

### **6.2.4 Répulsifs**

Les répulsifs existent sous forme de crème, de lotion ou d'aérosol, qui peuvent être appliqués directement sur la peau ou sur les vêtements. L'usage des répulsifs est une mesure de protection individuelle.

### **6.2.5 Spirales anti-moustiques**

Les spirales sont très populaires et largement utilisés. Les spirales brûlent lentement et régulièrement pendant 6-8 heures, libérant l'insecticide dans l'air qui tue ou éloigne les moustiques à distance.

### **6.2.6 Vêtements protecteurs**

L'utilisation de certains vêtements couvrant la plus grande partie du corps fournit un certain niveau de protection personnelle contre les piqûres de moustiques (OMS, 2003).

### **6.2.7 La lutte génétique**

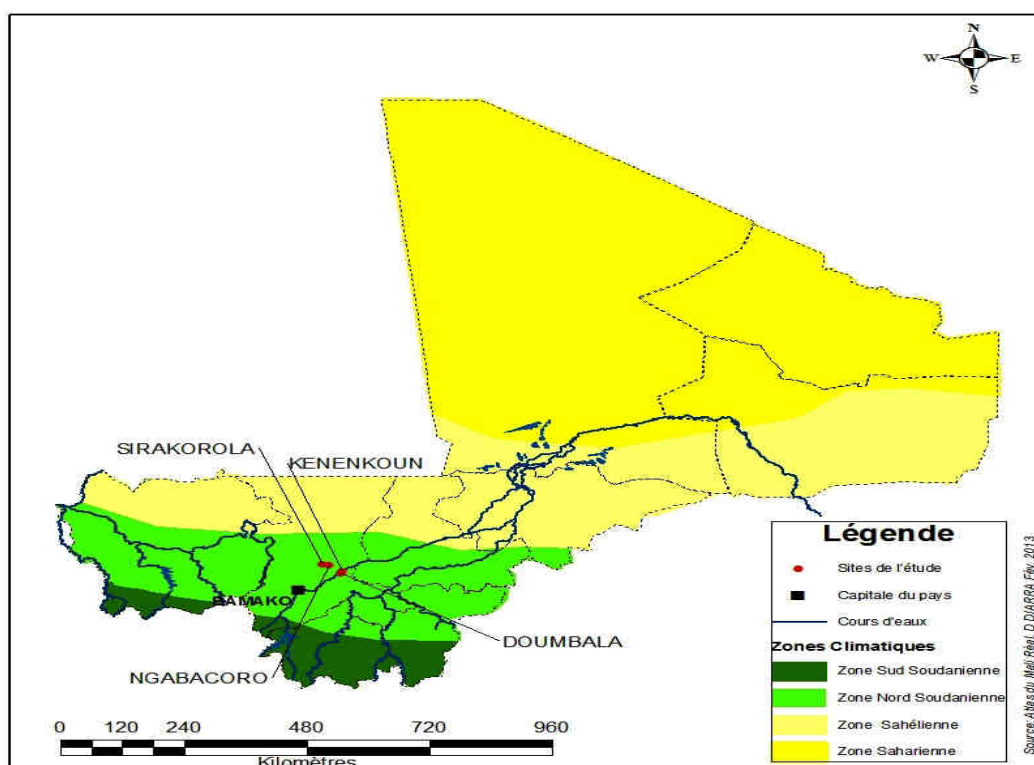
Elle est basée sur la manipulation du patrimoine génétique des moustiques afin d'obtenir des individus transgéniques qui peuvent être soit stériles, soit réfractaires aux parasites (Fontenille, 2005).

## 7 Méthodologie

### 7.1-site d'étude

Dans la région de Koulikoro, le cercle de Koulikoro couvert par le programme de pulvérisation intradomiciliaire (PID), a été choisi pour des raisons de disponibilité de moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII), de test de diagnostic rapide de paludisme (TDR), de sulfadoxine pyriméthamine (SP), de combinaison thérapeutique à base d'artémisinine (CTA) et de l'accessibilité possible pendant toute l'année.

La présente étude s'est déroulée dans (2) deux aires de santé du district sanitaire de Koulikoro. Le choix des sites a été fait sur la base de la présence de CSCOM dans le gros village et un petit village situé à 6-9 kilomètres du gros village dans la même aire de santé. Il s'agit de l'aire de santé de Sirakorola (Sirakorola gros village et N'Gabakoro petit village, commune rurale Sirakorola) et de l'aire de santé de Kenenkou (Kenenkou gros village et Doumbala petit village dans la commune rurale de Dinandougou) en zone de savane nord soudanienne. (Figure 7)



**Figure 7 :** Carte éco-climatique du Mali montrant les sites d'étude Sirakorola et Kenenkou le cercle de Koulikoro (source GIS-MRTC)

Sirakorola est situé sur l'axe Bamako-Banamba (13,28W -7,57N). Presque à cheval entre la ville de Koulikoro à 55 km et celle de Banamba à 30 km, la commune de Sirakorola couvre une superficie de 987 km<sup>2</sup>. C'est l'une des neuf (9) communes du Cercle de Koulikoro.

Elle est limitée au Nord par la Commune de Banamba, au Sud par la Commune de Koula, à l'Est par la commune de Tougouni et à l'Ouest par la Commune de Massantola, cercle de Kolokani. Elle est constituée par 55 villages avec une population estimée à 26,833 habitants y compris le petit village de N'Gabakoro (13,26W -7,48N). Les traits physiques dominants sont des collines, les plaines et des marigots.

La végétation est du type soudanien dominé par la savane herbeuse. Le relief est dominé par les terminus du mont Mandingue.

La Commune de Sirakorola n'est traversée par aucun cours d'eau mais dispose de marigots qui servent d'abreuvoirs aux animaux à un certain moment de l'année (Mai en Novembre). La végétation est celle d'une savane herbeuse parsemée de grands arbres tel que *Parkia biglobosa* (Néré), *Andansonia digitata* (N'zira Baobab) etc. Le climat est de type tropical, la faune est constituée d'une part d'insectes d'intérêt médical (anophèles, culex, aèdes, phlébotomes), d'autre part de vertébrés tels que les reptiles (*Naja nigricolis*, *Naja Katiensis*, *Echis carinatus*, *Varanus exanematicus*, et *Varanus niloticus*), de mammifères tels que les phacochères, les singes et des oiseaux (tourterelles, etc.).

En saison sèche les jeunes filles et garçons migrent à Bamako et vers quelques régions du Mali et sont de retour au début du mois de mai. Les ressortissants regroupés en association participent économiquement au développement de leur localité. L'islam, le Christianisme et l'animisme sont les pratiques religieuses. L'habitat se compose de cases rondes avec toit en paille, de cases rectangulaires avec toit en tôle et des maisons en ciment. Les ethnies dominantes sont les Bambara, Sarakolé, Peulh. L'activité dominante est l'agriculture. L'artisanat est peu développé. La pêche n'existe pratiquement pas parce qu'il n'existe ni de fleuve ni de grands cours d'eau.

Le commerce est peu développé en dépit de la position géographique de la commune. Le fait est aussi paradoxal dans la mesure où le marché de Sirakorola est le plus important du Cercle de Koulikoro. Cette foire hebdomadaire draine non seulement la population de la commune mais aussi celle des communes voisines.

C'est un gros marché céréalier et de bétail. On y trouve des détaillants de produits de première nécessité.



Le Village de Kenenkoun est située à 50 km de Gouni sur la rive droite du Fleuve Niger de Koulikoro. Ce village avec son petit village Doumbala font partie de la Commune de Dinandougou relève du Cercle de Koulikoro.

Cette commune de Dinandougou est limitée à l'Est par la commune de Tamani (Cercle de Baraouéli), à l'Ouest par la commune de Méguetan (Cercle de Koulikoro), au Nord par la Commune de Tougouni (Cercle de Koulikoro) et au Sud par la Commune de Guégneka (Cercle de Dioïla). La Commune de Dinandougou couvre une superficie de **534** km<sup>2</sup> et est composée de 29 villages : Banancoro, Bakolé, Bougoucoro, Bouramabougou, Dinan-Marka, Dinan-Bamanan, Diaguinébourgou, Diècoungo, Dioni, Doumbala, Donéguébourgou, Fatiambougou, Gossigo, Gounando, Kakoulé, Kaliabougou, Kamani, Kassa, Kénenkoun, Mamadibougou, Ouorongo, Sassila, Sirimou, Tamato, Tiécourabougou-Est, Tiécourabougou-Ouest, Tiècoungo, Tidiani- ourébourgou et Tierkéla. Ces villages sont repartis entre quatre (4) secteurs de développement Kenenkoun, Dinan Marka, Dianguinabougou et Kamani.

La population de Kenenkoun est estimée à **16 911** habitants soit une densité de 31 Hts/km<sup>2</sup>. Les ethnies dominantes sont : Sarakolé, Bambara, Peulh, Somono et bozo. La langue courante est le bambara et la religion est l'islam. La population n'est pas assez stable, les jeunes filles et garçons migrent à Bamako ou partent en exode dans les pays africains (Congo, Côte d'Ivoire...) ou même en Europe (France, Italie, Espagne...).

La commune est arrosée par le fleuve Niger qui la longe du côté Nord, auquel s'ajoutent des mares et rivières. La végétation est celle d'une savane herbeuse parsemée de grands arbres comme *Parkia biglobosa* (Néré), *Andansonia digitata* (N'zira Baobab) etc. Le climat est du type tropical, la faune est constituée d'une part d'insectes d'intérêt médical (anophèles, culex, aèdes, phlébotomes), d'autre part de vertébrés tels que les reptiles (*Naja nigricolis*, *Naja Katiensis*, *Echis carinatus*, *Varanus exantematicus*, et *Varanus niloticus*), de mammifères tels que les phacochères, les singes et des oiseaux (tourterelles, etc.).

Les activités principales de la population sont : l'agriculture, l'élevage et la pêche auxquelles il faut ajouter des activités secondaires comme l'artisanat, le commerce, le maraîchage et l'agroforesterie.

Le village de Kenenkoun dispose d'une foire hebdomadaire tous les samedis et les forains proviennent des Communes voisines et de Bamako.

## **7.2 Type d'étude**

Il s'agissait d'une étude descriptive à passages transversale répétés dans les localités retenues pour l'étude. Elle a porté sur le vecteur du paludisme pour les investigations entomologiques et sur les enfants de 0 à 9 ans pour les investigations parasito-cliniques.

## **7.3 Période d'étude**

Nous avons effectué 8 passages pour les investigations entomologiques (juillet, août, et octobre 2010 ; juillet, août, octobre 2011 et mars, novembre 2012) et 3 pour les investigations parasito-cliniques (Octobre 2010, Novembre 2011 et Octobre 2013).

## **7.4-Collecte des données entomologiques.**

### **Échantillonnage des vecteurs**

Un recensement des habitations humaines a été effectué dans les deux sites d'étude : Sirakorola et Kenenkou, chaque site à été divisé 5 secteurs et chaque secteur était sous la responsabilité d'un relais. Chaque relais dans son secteur, choisit sur la liste des habitations 20 familles dont une chambre était choisie dans chaque famille. Les chambres ont été choisies de façon représentative des sites.

Dans cette étude nous avons eu à appliquer deux techniques de collecte des moustiques (vecteur). Il s'agit du spray catch et de la capture de nuit.

### **7.4-1 Spray catch**

Les captures ont été effectuées dans 100 chambres dans chaque site d'étude (Kenenkou, Sirakorola). Les captures se faisaient entre 15h et 18h.

Cette capture consistait à pulvériser l'intérieur des maisons pour assommer les moustiques se reposant à l'intérieur et les ramasser sur des draps étendus par terre ou sur tout autre surface plane de l'habitation. Les données obtenues ont permis de calculer les paramètres suivants :

- La densité.
- La fréquence de piqûre sur homme (indirectement)
- L'anthropophilie des moustiques collectes (par ELISA)
- Les changements saisonniers dans la densité des moustiques se reposant à l'intérieur
- Le taux d'inoculation entomologique.

Les moustiques obtenus par spray catch étaient destinés aussi à l'identification moléculaire.

Les chambres ou cases sont pulvérisées par un aérosol (ex= a base de 0,03 de pyréthrum). Avant pulvérisation, des draps blancs sont étalés sur le plancher de la case, pour recueillir des moustiques qui tombent. Tous les spécimens collectés sont identifiés morphologiquement, comptés et répartis en femelles à jeun, gorgés, semi gravides, gravides en période de faible densité. Pendant la période de forte densité les moustiques sont directement conservés dans le fixateur de carnoy (3 parties d'éthanol pour une partie d'acide acétique glaciale), puis une fois au laboratoire, les spécimens sont triés. Ils sont ensuite conservés, classés par case dans les tubes contenant le fixateur de carnoy.

Une étiquette portant les numéros de case et la date de capture accompagne chaque tube.

Le numéro d'identification de la case, le nombre de personnes ayant dormi dedans la veille de la capture, le type de case ainsi que le nombre de spécimens capturé sont enregistrés sur les fiches de base appropriées.

Les moustiques fixés sont conservés au laboratoire dans un congélateur.

#### **7.4-2 Capture de nuit ou capture sur appât humain**

Elle s'effectue simultanément à l'intérieur et à l'extérieur des habitations humaines. Les captures sont menées de 18h à 6h du matin et se font à l'aide d'aspirateur à bouche. Deux postes sont installés en une nuit par village, distant de (200m) deux cent mètre l'un de l'autre.

Deux captureurs opèrent au niveau de chaque poste (un à l'intérieur et un à l'extérieur).

Ils sont remplacés par deux autres à 00h (captureur).

Chaque captureur muni d'une torche électrique, d'une provision de gobelet en carton, capture les moustiques se posant sur leurs jambes nues.

Un gobelet est utilisé pour une durée de 2h et gardé séparément dans la caisse en bois recouverte par une serpillière mouillée.

L'identification morphologique et la dissection des spécimens vecteurs du paludisme sont effectuées le matin à l'aide d'une loupe binoculaire.

Cette méthode permet de déterminer :

- les taux d'agressivité par espèce, par village et par saison
- l'indice de stabilité.

## **7.5 Détermination de l'anthropophilie et de l'infestation des moustiques par Tests ELISA (enzyme linked immuno sorbent assay)**

Le test ELISA a été effectué sur l'abdomen des moustiques pour déterminer l'anthropophilie et sur les têtes thorax pour déterminer la proportion de moustique infecté.

## **7.6 Test d'efficacité biologique avec les cônes (Cône test)**

Le test cône a été effectué dans les deux sites d'étude (Sirakorola et Kenenkou). Nous avons effectué cinq passages : Août, Octobre 2010 ; Mars, Août et Octobre 2011. Dans chaque site 15 chambres ont été sélectionnées pour effectuer le cône test.

### **7.6.1 Matériels pour le test à cône**

- cône transparent en plastic
- ruban adhésif et des petits clous
- tube d'aspiration (2)
- papier cartonné et gobelet en carton fermé par treuil moustiquaire, bracelet
- thermo-hygromètre (pour mesurer la température et l'humidité au début et à la fin de l'opération), marteau, coton
- cage de moustique, marqueur, serpillière
- caisse bien aérée en bois pour transporter les gobelets de façon stable (une plaque percée au niveau médian de la caisse)

### **7.6.2 Procédure du transport et de conditionnement des moustiques utilisés pour le test**

Des femelles adultes de moins d'une semaine collectées dans deux cages ont été transportées sur les sites d'études. Au niveau des sites les moustiques ont été repartis en groupe de dix dans des pots de capture individuel fermés par un treuil moustiquaire maintenu par un bracelet ; ces pots rangés leur tour dans une caisse en bois recouvert de serpillière mouillée.

### **7.6.3 Principe du test**

Au hasard dix chambres pulvérisées ont été sélectionnées dans les deux gros villages (Sirakorola et Kenenkou) pour effectuer le cône test.

Les chambres sélectionnées ne variaient pas lors des différents passages.

Un cône test a été fixé sur chaque mur (quatre côtes).

Le bord des cônes bien collé à la surface du mur par des rubans adhésifs (sparadrap).

Fixer un carton sur la surface traité et fixer dessus un cône témoin.

Transférer (10) moustiques dans chaque cône et fermer le cône avec un peu de coton (des tubes aspirateurs différents sont utilisés pour les cônes témoins et les cônes tests pour éviter des contaminations).

Après un temps d'exposition de (30) minutes, transférer prudemment les moustiques dans les gobelets déjà étiquète par cônes.

Remplir la fiche pré établie, en prenant l'humidité, la température relative des maisons et en dénombrant le nombre de moustiques tombés durant leur exposition (knock-down). Les moustiques knock-down ne sont pas éliminés, car ils peuvent récupérer.

Placer un tampon de coton imbibé de jus sucré a (5%) sur le treuil moustiquaire de chaque gobelet, ranger les gobelets dans la caisse aérée et les recouvrir d'une serpillière humide,

Après 24 heures d'observation, dénombre les moustiques et déterminer le taux de mortalité observée dans les lots tests et les lots témoins.

Les lots tests doivent être corrigées, si la mortalité chez les témoins est comprise entre (5/100) et (20/100) ; la formule utilisée est celle d'Abott. Le test est annulé lorsque le taux de mortalité chez les témoins est supérieur à (20/100).

$$\text{formule.d' ABOTT} = \frac{\% \text{ mortalité.test} - \% \text{ mortalité.témoin}}{100 - \% \text{ mortalité.témoin}} \times 100$$

Les insecticides utilisés pour les pulvérisations intra domiciliaires dans les sites étaient alterné, pour éviter que les moustiques ne développent une résistance à un insecticide.

**Tableau 1:** Calendrier des pulvérisations intra domiciliaire (PID) de 2008-2012

Date	Insecticide (classe)	Districts cibles	Structures pulvérisés	Population protégé
Juillet- Août 2008	X-cyhalothrin (pyrethroid)	Bla Koulikoro	108	420,58
Mai - Juillet 2009	X-cyhalothrin (pyrethroid)	Bla Koulikoro	127	497,122
Mai - Juin 2010	deltamethrin (pyrethroid)	Bla Koulikoro	127	441
Juin - Juillet 2011	bendiocarb (carbamate)	Bla Koulikoro Baroueli	203	700
Juillet - Août 2012	bendiocarb (carbamate)	Bla Koulikoro Baroueli	206,295	762,147
Août - Septembre 2013 (planifier)	bendiocarb (carbamate)	Bla Koulikoro Baroueli	Estimer 210,000	Estimer 760,000

Source du tableau PMI Mali, Malaria Operational Plan FY 2014.

## 7.7 Collecte des données démographiques et parasito-cliniques

### 7.7.1 Échantillonnage

- La population d'étude était constituée d'enfant de 0 à 9 ans vivant permanemment dans les deux aires de santé. Mais les mêmes enfants ne sont pas repris forcément lors des différents passages. Dans chaque aire de santé le diagnostic et le dépistage du paludisme a été réalisé sur 300 enfants.
- La taille de l'échantillon a été calculée sur EPI info. En 2010 le recensement général de la population à montré une population total de 2505 habitants à Sirakorola et 2425 habitants à Kenenkou. A Sirakorola 30% de la population avait moins de 10 ans (n=751) tandis qu'à Kenenkou 27% de la population avait moins de 10 ans (n=655). En ce basant sur la prévalence du paludisme à Koulikoro (42%) en 2010 (EA and P) avec comme taux de prévalence le plus faible 37,58% et pour un intervalle de confiance de 95%. La taille de notre échantillon a été de 286 enfants à Sirakorola et 270 enfants à Kenenkou. Ces nombres ont été arrondis à 300 par site d'étude.

### **7.7.2 Critère d'inclusion**

- Tout enfant âgé de 0 à 9 ans, permanent dans la dite localité, ne présentant pas de maladies chroniques dont les parents ont consenti à sa participation à cette étude était inclus.

### **7.7.3 Critère de non inclusion**

- les résidents non permanents dans les localités.
- les enfants dont les parents n'ont pas consenti à la participation de leur enfant à cette étude n'étaient pas inclus.
- les enfants de plus de 9 ans

### **7.7.4 Screening**

#### **7.7.4.1 Examen clinique et test biologiques**

Les enfants ont été identifiés en leur attribuant un numéro suivi du nom du chef de famille

L'examen clinique consistait à palper la rate et à prendre la température corporelle de l'enfant ; le test biologique a été représenté par la goutte épaisse.

#### **7.7.4.2 Examen clinique**

- **Palpation de la rate**

L'augmentation du volume de la rate est un indicateur très important de l'infection chronique à *Plasmodium*, même si différentes maladies peuvent causer une splénomégalie.

- **Mesure de la température**

Les températures ont été prises au niveau des aisselles (la température axillaire).

#### **7.7.4.3 Examen parasitologique**

Une goutte épaisse a été réalisée à partir du sang périphérique, pour chaque enfant, pour le diagnostic biologique du paludisme.

- **Confection de la goutte épaisse**

Un vaccinostyle à usage unique, servait à prélever une goutte de sang au bout du doigt de la main gauche et qui est déposée sur une lame de verre portant le numéro d'identification de l'enfant. Après séchage, les lames étaient colorées avec du Giemsa à 5% pendant 45 minutes.

- **Lecture de la goutte épaisse au microscope**

La lecture des lames a été faite à l'objectif 100 au microscope optique sous immersion. Le nombre de parasite par microlitre a été estimé par la méthode de Payne (1988). Elle consiste à multiplier le nombre de parasite compté sur 300 leucocytes par 25 (se rapportant à la moyenne leucocytaire de 7500 par mm<sup>3</sup> chez l'Africain).

### **7.8 Saisie et analyse des données**

La saisie du texte a été faite avec le logiciel Microsoft office Word 2007. L'analyse des données statistiques a été faite avec Microsoft Excel 2007, SPSS version 16.0 et le logiciel Epi info version 7. Les résultats sont présentés par site d'étude. Le test de Khi<sup>2</sup> de Pearson pour la comparaison des proportions.

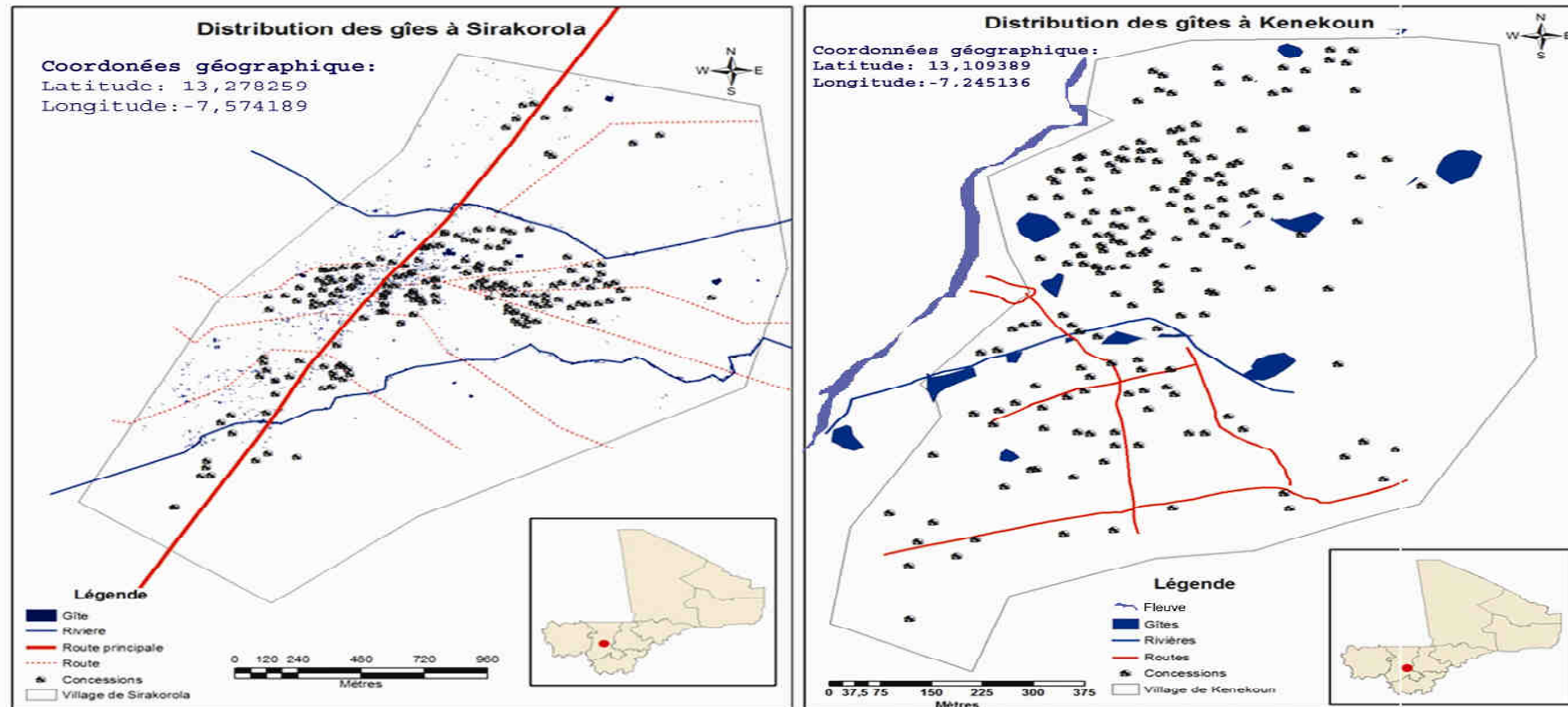
### **7.9 Considérations éthiques**

La présente étude a été approuvée par le comité d'éthique de la faculté de médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie de Bamako. Le consentement éclairé des populations de Sirakorola, de N'Gbakoro, de Kenenkou et de Doumbala a été recherché et obtenu. Les considérations morales jointes à l'accomplissement de ce protocole étaient relatives aux captures de jour, aspersion d'insecticide ou spray-catch, aux cônes test, au prélèvement de sang et leur manipulation et au géo-positionnement des gîtes larvaires.



## 8. Résultats

### 8.1 Répartition des gîtes larvaires des sites d'études



**Figure 8 :** Carte de la repartions des gîtes larvaire de Sirakorola et Kenekoun dans la commune de Dinandougou

Sur la figure 8 nous pouvons constater une différence écologique entre les deux sites d'études en termes de point d'eau pouvant servir de gîtes larvaires des vecteurs du paludisme. Nous observons beaucoup plus de gîtes à Kenekou qu'à à Sirakorola.

## 8.2 Résultats socio démographiques et descriptions physiques des ménages par sites d'études.

**Tableau 2 :** Caractéristiques socio démographiques et descriptions physiques des ménages par sites d'étude.

<b>Description des sites d'études : Caractéristiques physiques et socio démographiques</b>	<b>Sirakorola</b>	<b>Kenenkou</b>
<b>Nombre total de concessions</b>	<b>300</b>	<b>283</b>
<b>Moyenne de chambre par concession</b>	<b>8.5</b>	<b>5.5</b>
<b>Proportion de chambre pulvérisée (%)</b>	<b>78</b>	<b>75</b>
<b>Nombre total d'habitant</b>	<b>2505</b>	<b>2425</b>
<b>Proportion de moins de 10 ans (%)</b>	<b>30% (751)</b>	<b>27(655)</b>

Le tableau 2 montre qu'une enquête menée par notre équipe un mois après la pulvérisation de 2010 a montré un taux de couverture inférieur à 80% dans les deux sites avec 78% et 75% respectivement à Sirakorola et Kenenkou. Nous ne disposons pas de données sur le taux de couverture des années 2011, 2012 et 2013.

A Sirakorola on avait en moyenne 8 chambres par concession contre 6 à Kenenkou. Au cours de cette enquête, Les enfants de moins de 10 ans ont représenté 30% (751) du nombre total d'habitant pour Sirakorola et 27% (655) pour Kenenkou, (Tableau 2).

### 8.3 Résultats entomologiques

#### 8.3.1 Densités d'*Anophèles gambiae s.l* dans les deux sites d'études.

**Tableau 3 :** Variations mensuelles de la densité moyenne d'*An gambiae s.l* par chambre établies par spray-catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).

Mois	Sirakorola (n=100)		Kenenkoun (n=100)	
	TMC	Densité (IC à 95%)	TMC	Densité (IC à 95%)
juil-10	99	0,99	452	4,52
		0,79-1,19		4,13-4,91
août-10	263	2,63	1488	14,88
		2,51-2,75		14,66-15,10
oct-10	146	1,46	941	9,41
		1,29-1,63		9,4-9,68
juil-11	129	1,29	536	5,36
		1,11-1,47		5-5,72
août-11	174	1,74	1062	10,62
		1,59-1,89		10,37-10,87
oct-11	44	0,44	255	2,55
		0,14-0,74		2,03-3,07
mars-12	100	1	306	3,06
		0,80-1,20		2,59-3,53
nov-12	360	3,6	812	8,12
		3,49-3,71		7,83-8,41

TMC= Total moustiques capturés, n= nombre de maison prospectées, IC= intervalle de confiance à 95%

Le tableau 3 montre des densités variables par passage à Sirakorola et à Kenenkou. Ainsi lors des campagnes 2010 et 2011, les plus fortes densités ont été observées en Août. A Sirakorola il a été observé 2.63 et 1.74 *Anophèles*, et à Kenenkou 14.88 et 10.62 *Anophèles* respectivement en août 2010 et 2011, c'est-à-dire correspondant à une période de 2 mois après la pulvérisation intra domiciliaire.

Au mois de Mars 2012, 8 mois après la pulvérisation intra domiciliaire de 2011 nous avons observé à Sirakorola 1 *Anophèles gambiae s.l* par chambre par mois. A Kenenkou toujours au mois de Mars 2012 nous avons observé 3.06 *Anophèles gambiae s.l* par chambres par mois.

En novembre 2012, 4 mois après la pulvérisation intra domiciliaire de 2012 nous avons observé 3.6 et 8.12 *An.gambiae* par chambre par mois respectivement à Sirakorola et Kenenkoun,

(Tableau 3).

### 8.3.2 Agressivité moyenne d'*Anophèles gambiae s.l* dans les sites d'études.

**Tableau 4 :** Variations mensuelles des agressivités d'*An gambiae s.l* établies par spray-catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).

Mois	Sirakorola			Kenenkoun		
	ND	TAP	m.a (IC à 95%)	ND	TAP	m.a (IC à 95%)
juil-10	363	72	0,20 0,13-0,26	321	339	1,06 0,92-1,19
août-10	250	206	0,82 0,79-0,86	242	1089	4,50 4,42-4,58
oct-10	322	60	0,19 0,11-0,26	317	421	1,33 1,21-1,45
juil-11	304	101	0,33 0,28-0,39	396	354	0,89 0,76-1,03
août-11	233	167	0,72 0,67-0,76	347	406	1,17 1,05-1,29
oct-11	322	13	0,04 (-0,11)-0,19	354	71	0,20 (-0,10)-0,50
mars-12	326	98	0,30 0,24-0,36	170	295	1,74 1,58-1,88
nov-12	372	236	0,63 0,60-0,67	371	601	1,62 1,52-1,72

ND= Nombre de dormeur, TAP= Total de moustique ayant piqué la veille, IC= intervalle de confiance à 95%, m.a= moyenne agressivité

Le tableau 4 montre que dans les deux sites d'étude les agressivités changeaient de façon proportionnelle avec la densité. Ainsi en 2010 et 2011 les agressivités les plus élevés ont été observées au cours du mois d'août.

En 2010 au mois d'août, il a été observé 0.82 piqure par homme par mois à Sirakorola et 4.5 à Kenenkoun.

En 2011 au mois d'août, il a été observé 0.72 piqure par homme par mois à Sirakorola et 1.17 à Kenenkoun.

En Novembre 2012, nous avons observé à Sirakorola 0.63 piqûre par homme par mois et 1.62 à Kenenkoun, (Tableau 4).

### 8.3.3 Détermination du taux d'anthropophilie d'*Anopheles gambiae s.l* dans les deux sites d'études.

**Tableau 5 :** Variations mensuelles des taux d'anthropophilie d'*An gambiae s.l* après spray catch à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).

Année	Mois	Sirakorola			Kenenkou		
		n	Positif	TA%	n	Positif	TA%
2010	Juillet	72	16	22,2	200	62	31.0
	Août	207	119	57,5	200	97	48.5
	Octobre	42	20	47,6	197	49	26.2
2011	Juillet	15	6	40,0	203	92	40.4
	Août	60	16	26,7	105	67	63.8
	Octobre	15	9	60,0	65	48	71.6
2012	Mars	25	5	20,0	43	33	76.7
	Novembre	42	33	78,6	12	12	75.0
<b>Moyenne</b>		478	224	46,9	1025	460	44.9

TA=taux d'anthropophilie

En moyenne moins de 50% des moustiques capturés dans les deux sites avaient pris du sang d'origine humaine, avec respectivement 46.9% et 44.9% à Sirakorola et à Kenenkou.

Le contact homme vecteur était considérablement réduit en Juillet 2010 avec 22.2% et août 2011 avec 26.7% à Sirakorola. A Kenenkou les plus faible taux d'anthropophilie ont été observés en août 2010 (48.5%) et août 2011 (63.8%). Cependant en Novembre 2012 le taux d'anthropophilie atteignait son pic à Sirakorola avec 78.6% et à Kenenkoun c'était au mois de mars avec 76.7%.

La comparaison des variations mensuelles des taux d'anthropophilie observés entre les deux sites ne montrait aucune différence statistiquement significative (Khi2=0.15 ; P=0.70).

Aucours de notre période d'étude, à Sirakorola il n'y avait pas de variation statistiquement significative du taux d'anthropophilie (Khi2=0.73 ; P=0.39). A kenenkou il y avait une variation statistiquement significative (Khi2=0.15 ; P<0.001).

Cependant lorsqu'on s'intéresse aux variations du taux d'anthropophilie par site et par année nous constatons que :

-En 2010, ce taux variait de façon statistiquement significative à Sirakorola (Khi2=5.14 et P=0.023) et non significative à Kenenkou (Khi2=0.72 ; P=0.40).

-Pour l'année 2011, les données on montré une variation statistiquement non significative à Sirakorola (Khi2=0.86 ; P=0.35) et statistiquement significative à Kenenkou (Khi2=5.71 ; P=0.017).

-De même en 2012 les taux d'anthropophilie variaient de façon significative à Sirakorola (Khi2=8.09 ; P=0.004) et non significative à Kenenkou (Khi2=0.63 ; P=0.43, (Tableau 5).

### 8.3.4 Taux d'inoculation entomologique d'*Anopheles gambiae s.l* dans les deux sites d'études.

**Tableau 6:** Variations mensuelles des taux d'inoculation entomologique (TIE) d'*An gambiae s.l* après spray-catch à Sirakorola et Kenenkou pour les années 2010 (juillet, août, octobre), 2011 (juillet, août, octobre) et 2012 (mars, novembre).

Mois	Sirakorola			Kenenkou		
	m.a	IAS%	TIE	m.a	IAS%	TIE
juil-10	0,20	1,50	0,003	1,06	1,00	0,011
août-10	0,82	3,90	0,032	4,50	0,80	0,036
oct-10	0,19	8,60	0,016	1,33	6,10	0,081
juil-11	0,33	2,90	0,010	0,89	1,60	0,014
août-11	0,72	3,30	0,024	1,17	3,30	0,039
oct-11	0,04	2,10	0,001	0,20	7,20	0,014
mars-12	0,30	1,10	0,003	1,74	0,50	0,009
nov-12	0,63	3,20	0,020	1,62	2,00	0,032
<b>Moyenne</b>	<b>0,40</b>	<b>3,33</b>	<b>0,014</b>	<b>1,56</b>	<b>2,81</b>	<b>0,030</b>

IAS=indice d'antigène sporozoitique, m.a=agressivité moyenne par mois, TIE=taux d'inoculation entomologique

Ce tableau 6 démontre l'existence d'une transmission du paludisme dans les sites d'étude.

En moyenne nous avons observé des taux d'inoculation entomologique de 0,014 piqûres infectantes par personne par mois à Sirakorola et 0,030 piqûres infectantes par homme par mois à Kenenkou.

A Sirakorola les TIE les plus élevés ont été observés en août 2010 avec 0,032 piqûres infectantes par homme par mois, à la même période en 2011 il a été également observé 0,024 piqûres

infectantes par homme par mois. En 2012 le TIE était de 0.003 piqûres infectantes par mois par et par homme au mois de mars et 0,020 en novembre...

A Kenenkou les TIE les plus élevés ont été observés en octobre 2010 avec 0,081 piqûres infectantes par homme par mois, et en août 2011 avec 0,039 piqûres infectantes. En 2012 le pic a été observé en Novembre avec 0,032 piqûres infectantes par homme par mois, (Tableau 6).

### 8.3.5 Détermination de la fréquence de piqûre d'*Anophèles gambiae s.l* dans les deux sites d'études.

**Tableau 7 :** Fréquence de piqûres d'*Anophèles gambiae s.l* à l'intérieur et à l'extérieur des chambres par nuit établie par capture sur appât humain à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre) et 2011 (août, octobre).

Localités	Mois	Intérieur		Extérieur		Total
		n	m.a	n	m.a	
<b>Sirakorola</b>	juil-10	0	0,0	0	0,0	0
	août-10	20	2,5	12	1,5	32
	oct-10	6	0,8	3	0,4	9
	août-11	0	0,0	0	0,0	0
	oct-11	3	0,4	0	0,0	3
<b>Total</b>		29	0,7	15	0,4	44
<b>Kenenkou</b>	juil-10	14	1,8	14	1,8	28
	août-10	158	19,8	46	5,8	204
	oct-10	63	7,9	45	5,6	108
	août-11	28	3,5	28	3,5	56
	oct-11	12	1,5	24	3,0	36
<b>Total</b>		275	6,9	157	3,9	432

A Sirakorola la fréquence moyenne de piqûre au cours notre étude était de 1,1 soit 0,7 piqûre à l'intérieur et 0,4 à l'extérieur tandis qu'à Kenenkou la fréquence moyenne piqûre était de 10,8 soit 6,9 à l'intérieur et 3,9 à l'extérieur.

A Sirakorola, il n'y avait pas de variation statistiquement significative entre la fréquence de piqûre à l'intérieur par rapport à l'extérieur ( $\text{Khi}^2=1.06$  ;  $P=0.31$ ). Contrairement à Kenenkou où les *Anophèles* avaient plus tendances à piquer à l'intérieur qu'à l'extérieur ( $\text{Khi}^2=23.09$  ;  $P=0$ ). Nous notons que la majorité de ces piqûres survenaient entre 22h le soir et 02h le matin. La même tendance était observée chaque année.

A Kenenkou par passage au cours des différentes années il n'y avait pas de variation statistiquement significative entre la fréquence de piqûre à l'intérieur par rapport à l'extérieur : en 2010  $\text{Khi}^2=1.84$  ;  $P=0.17$  et en 2011  $\text{Khi}^2=3.17$  ;  $P=0.08$ , (Tableau 7).

### 8.3.6 Détermination du taux de parité d'*Anophèles gambiae s.l* dans les deux sites d'études.

**Tableau 8 :** Détermination du taux de parité d'*Anophèles gambiae s.l* établie par capture sur appât humain à Sirakorola et Kenenkoun pour les années 2010 (juillet, août, octobre) et 2011 (juillet, août, octobre).

Localités	Mois	n	Pare	%
Sirakorola	juil-10	0	0	0
	août-10	32	30	93,8
	oct-10	9	9	100
	août-11	0	0	0
	oct-11	3	3	100
<b>Total</b>		44	42	95,5
Kenenkou	juil-10	28	14	50
	août-10	206	166	80,6
	oct-10	105	105	100
	août-11	42	24	57,1
	oct-11	36	33	91,7
<b>Total</b>		417	342	82

n = nombre de moustique capturé

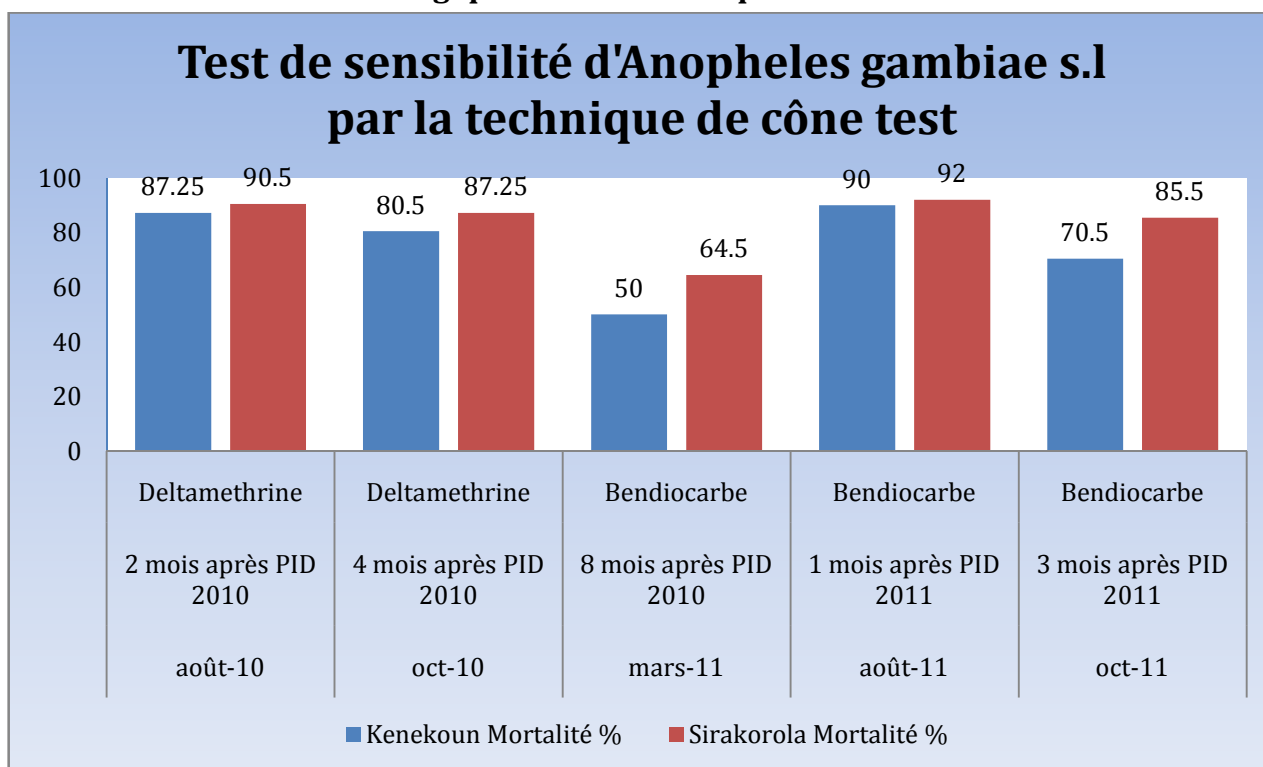
La proportion de femelles pares était plus importante que celles des nullipares dans les deux aires de santé.

A Sirakorola le taux de parité variait de façon non significative par mois  $\text{Khi}^2=0.02$  ;  $P=0.89$ . Le même constat a été observé à Kenenkou  $\text{Khi}^2=0.51$  ;  $P=0.47$



De même une comparaison des taux de parité entre les deux sites au cours de cette étude a montré une variation non significative  $\chi^2=0.31$  ;  $P=0.58$ , (Tableau 8).

### 8.3.7 Test de sensibilité biologique sur les moustiques à Sirakorola et à Kenenkou.



**Figure 9 :** Taux moyens de Mortalité à Sirakorola et Kenenkou par passage.

La figure 9 montre que les taux moyens de mortalités ont été respectivement en Août, octobre 2010 après la troisième pulvérisation à Sirakorola 90.5% et 87.25%, à Kenenkou 87.25% et 80.5% C'est-à-dire pendant la saison des pluies 2 mois et 4 mois après la pulvérisation de 2010.

En Mars 2011 pendant saison sèche 8 mois après la troisième pulvérisation les taux de mortalités étaient respectivement à Sirakorola 64.5% et à Kenenkou 50%.

Les taux de mortalités un mois après la quatrième pulvérisation en Août 2011 ont été respectivement à Sirakorola 92%) et à Kenenkou 90%. A la même année, trois mois après quatrième pulvérisation en Octobre les taux ont été respectivement à Sirakorola 85.5% et à Kenenkou 70.5%.

Les taux de mortalité sont relativement plus élevés à Sirakorola qu'à Kenenkou lors des différents mois de l'année, (Figure 9).

## 8.4 Résultats parasito-clinique

### 8.4.1 Répartition de la population d'étude

**Tableau 9** : Répartition de la population d'étude selon le sexe et la tranche d'âge à Sirakorola et Kenenkoun aux d'octobre 2010, novembre 2011 et octobre 2013.

Proportion	Octobre 2010		Novembre 2011		Octobre 2013	
	Sirakorola (n=300)	Kenenkou (n=300)	Sirakorola (n=300)	Kenenkou (n=300)	Sirakorola (n=400)	Kenenkou (n=400)
<b>Genre (Male %)</b>	52.33	53.00	50.67	53.33	52.00	53.75
<b>Tranche d'âge</b>						
<b>&lt; 1 an</b>	13.00	16.33	9.33	16.00	12.00	14.50
<b>1-4 ans</b>	42.67	41.00	42.67	37.67	44.50	39.75
<b>5ans et +</b>	44.33	42.67	48.00	46.33	43.50	45.75

Le tableau 9 montre que les sujets de sexe masculin représentaient plus de 50% de notre échantillon dans les deux sites avec : 52.33% à Sirakorola, 53% à Kenenkou en Octobre 2010 en fin saison des pluies ; 50.67% à Sirakorola, 53.33% à Kenenkou en Novembre 2011 qui correspond au début de la saison sèche. Et en 2013 en Octobre fin saison des pluies il a été observé 52% à Sirakorola et 53.75% à Kenenkou.

En 2010 il avait une prédominance de la tranche 5 à 9 ans dans les deux sites, 44.33% à Sirakorola et 42.67% à Kenenkou ; il a été observé de même en 2011 avec 48% à Sirakorola et 46.33% à Kenenkou.

En 2013, la tranche d'âge de 1 à 4 ans prédominait à Sirakorola tandis qu'à Kenenkou c'était la tranche d'âge de 5 à 9 ans, (Tableau 9).

### 8.4.2 Distribution des Indicateurs de l'infection palustre par passage et par sites

**Tableau 10 :** Variation des indicateurs de l'infection palustre à Sirakorola et Kenenkoun aux d'octobre 2010, novembre 2011 et octobre 2013.

Indicateurs Paludometriques dans la population	Octobre 2010		Novembre 2011		Octobre 2013	
	Sirakorola (n=300)	Kenenkou (n=300)	Sirakorola (n=300)	Kenenkou (n=300)	Sirakorola (n=400)	Kenenkou (n=400)
<b>Prevalence Fièvre %</b>	15.7	26.7	10.8	17.1	8.75	9.5
<b>GE+</b>	79	127	62	102	55	87
<b>IP (%)</b>	26.33	42.33	20.67	34.00	13.75	21.75
<b>Indice Gametocytaire</b>	4.67	7.67	5.75	9.67	2.75	4.50
<b>Splénomégalie</b>	9	30	11	24	14	21
<b>Indice Splénique</b>	3.00	10.00	3.67	8.00	3.50	5.25

La prévalence de la fièvre était variable par passage, ainsi Octobre 2010, 15.7% et 26.7% des enfants avaient de la fièvre respectivement à Sirakorola et à Kenenkou. En 2011 elle variait de 10.8% à Sirakorola et 17.1% à Kenenkou, le taux le plus faible a été observé en 2013 avec 8.75% Sirakorola et 9.5% à Kenenkou. Cependant les prévalences étaient plus élevées à Kenenkou lors des différents passages. La prévalence de fièvre variait de façon significative lors des différents passages  $\chi^2=50.97$  ;  $P<0.01$

L'IP était de 26.33%, 42.33 en Octobre 2010 respectivement à Sirakorola et Kenenkou. En novembre 2011 l'IP variait 20.67% à Sirakorola et 34% à Kenenkou tandis qu'en Novembre 2013 c'était 13.75% et 21.75%. Il y avait une variation statistiquement significative L'IP par passage  $\chi^2=29.45$  ;  $P<0.01$

Les indices gamétocytiques les plus faibles ont été observés en Octobre 2010 et 2013 respectivement (4.67% à Sirakorola et 7.67% à Kenenkou) et (2.75% à Sirakorola et 4.5% à Kenenkou). En Novembre 2011 ils étaient plus élevés avec 5.75% à Sirakorola et 9.67% à Kenenkou. L'indice gamétocytaire variait également de façon significatif par passage  $\chi^2=7.63$  ;  $P=0.006$ , (Tableau 10).

Les indices spléniques ne subissaient presque pas de variation lors des différents passages à Sirakorola contrairement à Kenenkou où il a été observé une diminution progressive. Il n'y avait

pas de variation statistiquement significative de l'indice splénique par passage  $\text{Khi}^2=2.6$  ;  $P=0.11$ .

## **9 Commentaire et discussion**

### **9.1 L'approche méthodologique**

De juillet 2010 à octobre 2013 (trois ans et trois mois) nous avons mené une étude descriptive à passages répétés dans les localités retenues :

- 8 passages pour les investigations entomologiques : juillet, août et octobre 2010 ; juillet, août et octobre 2011 ; mars et novembre 2012. C'était pour suivre la variation des paramètres entomologiques durant la période de l'étude ;
- 3 passages pour les investigations parasito-cliniques : octobre 2010, novembre 2011 et octobre 2013. C'était pour suivre la variation des paramètres parasito-cliniques.

Il s'agissait de tester l'hypothèse suivante : avec la pulvérisation intra domiciliaire effectuée de 2010 à 2013, il aurait une réduction progressive des paramètres entomologiques et cliniques de la transmission du paludisme dans les deux sites d'études.

Ce travail nous a montré qu'il y a eu effectivement une réduction progressive des paramètres entomologiques et cliniques de la transmission du paludisme, mais on ne peut pas dire qu'elle a été optimale, vu que le taux de couverture de la pulvérisation intra-domiciliaire était inférieur à 80% dans les deux aires de santé.

L'étude a donc ses limites qui s'expliquent par le niveau non optimal du taux de couverture de la pulvérisation intra-domiciliaire :

- o chambres de jeunes gens partis à l'exode ;
- o chambres occupées par des enseignants partis en vacance ;
- o réticence de certains habitants à déplacer les matériels contenus dans les chambres.

### **9.2 La discussion des résultats :**

#### **9.2.1 Caractéristiques sociodémographiques et descriptions physiques des ménages.**

En 2010, dans les deux sites d'études, le taux de couverture de la pulvérisation intra-domiciliaire était inférieur à 80% (78% à Sirakorola sur un total de 300 ménages et 75% à Kenenkou sur un total de 283 ménages). Cependant, il faut dire qu'à Sirakorola il y avait une moyenne de 9

chambres par concession, contre 6 à Kenenkou. La PID est une des principales méthodes de lutte contre les moustiques sur une grande échelle. Selon l'OMS la pulvérisation intra-domiciliaire exige une couverture importante pour être efficace (85% de taux de couverture). Dans les deux aires de santé les chambres non pulvérisées sont entre autres, les chambres de jeunes gens partis à l'exode, les chambres occupées par des enseignants qui ne sont pas natifs de l'aire de santé et qui sont partis en vacance et les quelques cas de réticence. Les cas de réticence étaient généralement ceux qui ne voulaient pas déplacer les matériels des chambres.

### **9.2.2 Caractéristiques entomologiques de la transmission du paludisme**

Les densités moyennes d'*An. gambiae s.l* furent variables d'une aire de santé à l'autre et au cours des différents passages. Elles atteignaient leur pic en saison des pluies (Août) et au début de la saison sèche froide (Novembre) dans les sites 4 mois après les opérations de pulvérisation intra domiciliaire. Les densités d'*An. gambiae s.l* étaient relativement faibles dans les deux sites au mois de mars, 8 mois après la pulvérisation intra-domiciliaire, ce qui peut être dû à la rareté des gîtes larvaires en cette période de l'année, c'est-à-dire en saison sèche.

A Sirakorola la densité était relativement faible au cours de l'étude.

Les densités les plus élevées ont été observées à Kenenkou lors des différents passages. Ces observations peuvent s'expliquer d'une part par la multitude de potentiels gîtes larvaires mis en place par la saison des pluies et d'autre part la situation géographique de Kenenkou par rapport au fleuve. et séparé en deux parties par la rivière.

Cependant il faut noter qu'il y avait une diminution progressive de la densité au cours de notre étude en faisant une comparaison entre mois correspondants de 2010 et 2011

Camara lors de ses travaux de thèse avait obtenues presque la même variation de la densité dans le cercle de Baraouli. La densité augmentait de juillet en août pour atteindre son pic au mois de septembre et chuté au mois d'octobre (Camara et al. 2012). Les densités obtenues à Baraouli étaient supérieur de celles obtenues dans le cercle Koulikoro.

Dans l'étude menée au Sénégal (FAYE et al. 1992), les données collectées avant la PID montrent que la densité anophélienne a augmenté d'août à septembre, car ce sont les pluies qui conditionnent la mise en eau des gîtes larvaires, pour amorcer ensuite la descente jusqu'à devenir nulle à partir du mois d'octobre.

Les agressivités moyennes subissaient des variations en fonction de la densité d'un site d'étude à l'autre. Ces observations sont semblables à celles par Camara lors de ses travaux de thèse, avec des agressivités plus élevées dans le cercle de Baraouéli que Kenenkoun et Sirakorola.

En saison sèche (Mars, Novembre) nous avons observé une légère augmentation du taux d'agressivité dans les deux aires de santé.

Nous avons observé les plus faibles taux d'agressivité à Sirakorola et les plus élevés ont été observés à Kenenkoun lors des différents passages.

Nous avons observé un taux d'anthrophilie moyen inférieur à 50% dans les deux aires de santé, ce qui peut être dû à la présence d'animaux non loin des habitations humaines d'une part et d'autre part à l'utilisation des moyens de protection individuelle contre les moustiques ou l'effet de la pulvérisation intra-domiciliaire. Les taux d'anthrophilie les plus bas étaient observés en saison des pluies. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative du taux d'anthrophilie entre Sirakorola et Kenenkou. Les taux d'anthrophilie les plus élevés ont été observés en saison sèche qui correspond à la période de l'année où les animaux partent à la recherche de nourriture loin des habitations humaines. Les taux d'anthrophilie au cours de notre étude sont relativement plus faible que ceux obtenus Camara lors de ses travaux de thèse à avec une moyenne de 53.9% à Soungola, 52.3% à Kamba et 51.56% à Boidie (Le taux le plus faible d'anthrophilie a été observé au mois de septembre (28,84%, n=2123) et le taux le plus élevé au mois de juin à Boidie (100%, n=9) (Camara et al, 2012)).

Le taux d'infection moyen d'*Anophèles gambiae s.l* était de 3.3% à Sirakorola et 2.8% à Kenenkou. Le taux d'agressivité moyen était faible à Sirakorola et à Kenenkou. L'étude a révélé une transmission du paludisme dans les deux aires de santé avec un taux d'inoculation entomologique (TIE) moyen de 0,014 à Sirakorola et 0,030 à Kenenkou. Le pic de la transmission a été observé pendant la saison des pluies (Août, Octobre) et en début saison sèche (Novembre). Le taux élevé de TIE en Novembre peut s'expliquer par le fait qu'en cette période de l'année les moustiques prennent une très grande partie de leur repas sanguin sur l'homme, en plus de cela c'était des femelles âgées. Le taux d'inoculation entomologique était plus élevé dans l'aire de santé de Kenenkou ce qui peut être dû à la présence du fleuve et de gîtes permanents dispersés entre les habitations humaines. Cependant nous pouvons noter que les TIE obtenus à Baraouli par Camara sont supérieur à ceux de notre site d'étude. Le TIE le plus élevé a été 28.37 pique

infectante par personne et par mois durant le mois d'août, d'où une transmission plus élevée de paludisme.

Au cours de notre étude les moustiques piquaient plus à l'intérieur qu'à l'extérieur des chambres. Cette endophilie peut augmenter l'efficacité de la pulvérisation intra-domiciliaire.

Dans les deux aires de santé le taux de moustiques femelles pares était assez élevé au cours de notre étude, avec une moyenne de 95.5% à Sirakorola et 82% à Kenenkou.

Ce taux de parturité était de 62,24% dans l'étude faite au Sénégal (FAYE et al. 1992).

### **9.2.3 Test d'efficacité biologique sur les moustiques**

Le test d'efficacité biologique a été effectué dans les deux sites d'étude Sirakorola et Kenenkou, avec les cônes (cônes test) sur les quatre côtés intérieurs des chambres avec un témoin. Les chambres ont été choisies au hasard par village.

Il ressort des résultats du test d'efficacité biologique que l'insecticide sur la surface intérieure des maisons traitées présente des taux de mortalité variable. Au mois d'Août des taux élevés de mortalité ont été observés dans les deux sites 2 mois après la pulvérisation intra-domiciliaire et les plus faible taux ont été observés en Mars 8 mois après la PID. La diminution du taux de mortalité au mois de Mars peut être le fait de la diminution de la rémanence de l'insecticide sur les murs. Cette observation est différente celle observée Soumaré lors de c'est travaux de thèse. Lors des différents passages les taux de mortalités étaient plus élevés à Sirakorola qu'à Kenenkou. Ces observations peuvent être dues d'une part à la position géographique des deux sites, Sirakorola étant une zone aride et Kenenkou une zone située au bord du fleuve présente une humidité ambiante supérieure à celle de Sirakorola. Et d'autre part le taux de couverture du PID des deux localités.

### **9.2.4 Caractéristiques parasito-cliniques de la transmission du paludisme**

L'échantillon était constitué d'un taux relativement supérieur de sujets de sexe masculin que féminin. La tranche d'âge dominante était celle des enfants de 5 -9 ans. Les enfants de moins de 1 an représentaient la plus faible proportion. Ces observations sont valables pour les deux aires de santé au cours de notre étude.

La prévalence de la fièvre était relativement élevée dans les deux sites d'étude. A Sirakorola, elle variait de façon descendante comme suit : 15.7%, 10.8%, 8.75% respectivement en octobre 2011, novembre 2011 et octobre 2013. A Kenenkou, l'accès de fièvre variait également de façon décroissante au cours de notre étude : 26.7%, 17.1% et 9.5%.

dans les deux localités peut s'expliquer par un taux d'inoculation entomologique assez élevé en ces périodes.

Notre étude montre une variation du taux d'indice plasmodique lors des différents passages.

Il avait une diminution progressive de l'IP dans les deux localités et une variation statistiquement significative de l'IP selon les passages :  $\chi^2=29.45$ ,  $P=0$

A Sirakorola et Kenenkou l'IP atteignait son pic en Octobre 2010 pendant la saison des pluies. Il y avait une différence significative de l'IP observé en Octobre 2010 et Octobre 2013. Les indices plasmodiques observés au cours de notre étude sont inférieurs au taux observé pour la région de Koulikoro (prévalence du paludisme chez les enfants de 6 à 59 mois pour la région de Koulikoro : 50% selon EDSM-V).

L'indice gamétocytaire était variable durant la période d'étude. Elle variait dans le même sens que l'IP, sauf en novembre qui correspond au début de la saison sèche où elle atteignait son pic dans les aires de santé.

L'indice splénique était relativement faible au cours de notre étude dans les deux aires de santé. L'indice splénique était presque stable à Sirakorola et diminuait de façon progressive par passage à Kenenkou. Ceci pourrait être dû aux IP observés dans les deux aires de santé lors des différents passages.

Les paramètres cliniques étudiés sont relativement plus élevés dans l'aire de santé de Kenenkou qu'à Sirakorola dû à la bio écologie des deux localités.

## **10 Conclusion et recommandations**

### **10.1 Conclusion**

Au terme de cette étude effectuée en plusieurs passages, nous avons observé des densités et des agressivités variables atteignant leur pic en saison des pluies et début saison sèche. La proportion de femelle *Anophèles gambiae s.l* ayant pondue au moins une fois était très élevée dans les deux aires de santé. Les taux d'anthropophilie les plus élevés ont été observés en saison sèche.

Le taux d'inoculation entomologique était relativement élevé, montrant ainsi une transmission du paludisme dans les deux sites. Les moustiques avaient plus tendance à piquer à l'intérieur des maisons (moustiques endophiles).



Les insecticides utilisés pour la pulvérisation intra-domiciliaire ont présenté des taux de mortalité assez élevés sauf en Mars 2011 huit mois après la pulvérisation intra-domiciliaire.

Les sites d'étude ont présenté une endémicité du paludisme méso-endémique, selon la stratification du paludisme basée sur l'indice parasitaire (OMS, 2003).

Les paramètres étudiés sont relativement plus élevés à Kenenkou qu'à Sirakorola, ce qui nous montre que la présence de fleuve et rivière a un rôle dans le maintien et la variabilité des indicateurs palustres.

## **10.2 Recommandations**

Vu ces résultats obtenus, nous formulons les recommandations suivantes :

### **Aux populations des sites d'étude**

- ❖ Une collaboration totale avec les opérateurs du PID pour un taux de couverture optimale
- ❖ Une participation communautaire pour le comblement des gîtes larvaires dispersés entre les habitations humaines

### **Au Département d'Entomologie du MRTC**

- ❖ Mettre à la disposition des autorités socio-sanitaires régionales les résultats de cette étude ;
- ❖ Conduire une étude dans une zone de couverture de la pulvérisation intra domiciliaire d'insecticide à effet rémanent sur la variation des paramètres entomologiques et l'incidence du paludisme (les données du registre du CSCOM) pendant une période de 12 mois d'une même année. Ceci nous permettra d'avoir une vision plus claire de la transmission du paludisme pendant toutes les saisons.
- ❖ Conduire une étude sur la longévité des moustiques dans une zone couverte par la PID et une zone témoin non couverte par la PID

### **Au PNLP et aux personnels socio-sanitaires des localités d'étude**

- ❖ Mettre sur pied une campagne de distribution gratuite annuelle de moustiquaires imprégnées d'insecticide pour les populations présentant une endémicité variable du paludisme ;
- ❖ Informer, éduquer, sensibiliser les populations sur les modes de transmission du paludisme, les moyens de protection collective et individuelle.

## Références Bibliographiques

1. **A. Diabaté, T. Baldet, F. Chandre, M. Akogbeto, P. Guillet, T.R. Guiguemde, J.M. Hougard.** *Impact des variations spacio-temporales chez An.Gambia et les formes moléculaires sur l'état de la résistance aux pyrethrinoides et au DDT au Burkina Fasso.* Hararé : MIM/AFRO/OMS/TDR, 2001.
2. **SLIS.** Annuaire du Système local d'information sanitaire. s.l. : SLIS, 2007.
3. **SLIS-VF.** Annuaire du Système Local d'Information Sanitaire. s.l. : SLIS, 2010.
4. **Clements-A.** *the Biology of Mosquitoes. Development, Nutrition and Reproduction.* London : Chapman & Hall, 1992. p. 509.
5. **WHO, global malaria programme.** *world Malaria report 2012 (Rapport OMS 2012 sur le paludisme).* s.l. : OMS , 2012 .
6. **Traoré-S.K.** Sensibilité des vecteurs importants du paludisme dans une zone d'inondation du Mali. Mémoire de fin d'études. s.l., Mali : Ecole Nationale Supérieure Bamako, 1986.
7. **Touré, Y.T.** *Etude de la sensibilité d'Anophèles gambiae sensu lato aux insecticides dans la zone rurale de savane soudanienne au Mali.* s.l. : Cah. O.R.S.T.O.M, 1982 . pp. 125-131. Vol. vol.XX , n°2.
8. **WHO, global malaria programme.** *world Malaria report 2008 (Rapport OMS 2008 sur le paludisme).* s.l. : OMS, 2008.
9. **Touré, Y.T.** Thèse 3ème cycle en biologie animale, option entomologie. *Bioécologie des anophèles (Diptera, Culidae) dans une zone rurale de savane soudanienne au Mali, Banambani et incidence sur la transmission du paludisme et de la filariose de Bancroft.* Bamako, Mali : Centre Pédagogique Supérieur, 1979.
10. **Singh B, Kim Sung L, Matusop A, Radhakrishnan A, Shamsul S.S, Cox-Singh J, Thomas A and Conway DJ.** *A large focus of naturally acquired Plasmodium knowlesi infections in human beings.* *Lancet* 2004; 363: . 2004. pp. 1017-1024.
11. **Payne, D.** Use and limitation of microscopy for diagnosing malaria at the health care level. s.l. : Bull. Who, 66, 1988. pp. 621-626.
12. **Sogoba N., Doumbia S., Voumatsou P., Baber I., Keita M., Maiga M., Traore S F., Toure A., Dolo G., Smith T., and Ribeiro J M.** *Monitoring of larval habitats and mosquito densities in the Sudan savanna of Mali: implications for malaria vector control.* s.l. : Am J Trop Med Hyg 77 (1), 82, 2007.
13. **OMS.** Guide du stagiaire. *Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs.* 2003.
14. **M.Holstein.** Guide pratique de l'anophelisme en Afrique de l'ouest Française (A.O.F). 1949.
15. **M. LE Bras, D. Malvy.** Le Paludisme à l'heure de « ROLL BACK MALARIA ». [éd.] *Med Trop.* s.l. : Med Trop, 2004. pp. 576-578.
16. **F., Mattingly P.** The biology of mosquito-borne disease, in *The science of biology, Series I*, ed by Carthy J D and Sutcliff J D , Allen & Unwin, London, pp 13-183. London : s.n., 1969. pp. 13-183.
17. **LUTTE-ANTILARVAIRE.** [En ligne] <http://lozere.org/perso/malaria/LUTTE-ANTILARVAIRE.htm>.
18. **Hviid, L.** Le paludisme chez la femme enceinte. [éd.] 66 (2). s.l. : Med.trop, 2006. pp. 130-132.
19. **Hervy, al.** [éd.] ORSTOM. s.l. : ORSTOM.
20. **DeMeillon, Gillies et.** 1968.
21. **Fontenille D., Cohuet A., awono-Ambene P., Kengne P., Antonio-Nkondjio C., Wondji C. et Simard F.** Malaria vectors: from the field to genetics. *Research in Africa.* [éd.] *Rev Epidemiol Sante Publique* 53 (3). s.l. : Rev Epidemiol Sante Publique 53 (3), 2005. pp. 283-290.
22. **Fanello C, Santolamazza F, Della Torre A.** Simultaneous identification of species and molecular forms of the Anopheles gambiae complex by. [éd.] *Med Vet Entomol* 16. s.l. : PCR-RFLP *Med Vet Entomol* 16, 2002. pp. 461-464.
23. **INFO-STAT.** Rapport Préliminaire. *Enquête Démographique et de Sanitaire du Mali (EDSM-5).* s.l. : Cellule de Planification et de Statistiques (CPS) Ministère de la Santé, Institut National de la

- Statistique (INSTAT) Ministère de l'Économie, des Finances et du Budget et ICF International, 2012-2013.
24. **Hamon, J., Eyraud, M., Diallo, B., Dyenkouma, A., Choumara, H.B. et Sylla, O.** Les moustiques de la république du Mali (Dipt. Culidae). 1961.
25. **Dr Traore Diahara, Dr Kone Danaya.** Note d'information stratégique et politique sur la prévention du paludisme au Mali. (*Promotion de la lutte anti-vectorielle intégrée pour la prévention du paludisme au Mali.*). 2010.
26. **Organization, World Health.** *World Malaria Report.* 2013.
27. **SLIS.** *DRAFT ANNUAIRE Système local d'information sanitaire.* Mars 2012.
28. **Diallo, M'bouyé.** *thèse de médecine: étude épidémiologique de la transmission du paludisme en saison sèche dans trois villages riverains du fleuve.* Bamako, Mali : s.n., 2010.
29. **OMS.** *Questions fréquemment posées à propos de l'utilisation du DDT pour la lutte antivectorielle.* Genève-Suisse : s.n., 2005.
30. **SONAFI.** [http://fr.impact-malaria.com/web/formation\\_paludisme/especes\\_souches\\_taxonomie](http://fr.impact-malaria.com/web/formation_paludisme/especes_souches_taxonomie); mise à jour le 14 janvier 2014. 2002-2014.
31. **Keita, Kaly.** *Evaluation de l'impact d'une pulvérisation intra domiciliaire en saison sèche sur la transmission du paludisme le long du fleuve Niger. Mali, thèse de médecine, Université de Bamako.* Bamako : s.n., 2011.
32. **Soumare, HAROUNA MASSIRE.** *Evaluation de l'activité de la lambda-cyhalothrine en pulvérisation Intra-domiciliaire dans les cercles de Koulikoro et de Bla. These de Pharmacie, Université de Bamako.* Bamako, Mali : s.n., 2010.
33. **MOUCHET, J.** Le paludisme et les Anophèles. 10 JUIL.1974 O.R.S.T.O.M collection de Référence n°6925 Ent.Med. [éd.] Ent.Med. [collection de Référence n°6925]. s.l. : O.R.S.T.O.M., 10 Juillet 1974.
34. **Direction-Nationale-de-la-Santé, DNS.** *Rapport 2009 sur le paludisme.* s.l. : DNS, 2009.
35. **Della Torre A., Fanello C., Akogbeto M., Doussou-yoyo J., Favia G., Petrarca V., and Coluzzi M.** *Molecular evidence of incipient speciation within Anopheles gambiae s s. in West Africa Insect Mol. Biol. 10: 9-18; 2001.*
36. **Favia G., Lanfrancotti A., Spanos L., Siden-Kiamos L, and Louis C.** *Molecular characterszation of ribosomal DNA polymorphisms discriminating among chromosomal forms of Anopheles gambiae s.s. Insect Mol. Biol. 10: 19-23. 2001.*
37. *Evaluation de l'efficacité du fénitrothion sur la densité du vecteur et la prévalence du paludisme.* **FAYE O., DIALLO S., GAYE O., FAYE O., MOUCHET J.** 2, Pout (Thiès, Sénégal) : ORSTOM, 1992, Annales de la Société belge de Médecine tropicale, Vol. 72, pp. 103-112.

## 12. Annexes

### 12.1. Protocole pour la détermination de l'infection à *P. falciparum* et de L'origine du repas de sang chez le moustique par la technique ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay)

#### 12.1.1. Recherche de la protéine circumsporozoitique (CSP)

##### 1.1.1. Mode opératoire

- Mettre individuellement les tête-thorax dans les tubes Eppendorf de 1,5 ml ;
- Porter les références (date, lieu et méthode de capture, l'espèce capturée) ;
- Ajouter 50 µl de BBNP40 (Nonidetp-40) dans chaque tube ;
- Écraser mécaniquement à l'aide de petits pilons et ajouter 200 µl de BB (Blocking buffer) ;
- Établir les fiches correspondant aux plaques de microtitration et réserver des puits

Pour les témoins ;

- Déposer 50 µl de l'anticorps monoclonal non marqué dans chaque puits de la plaque De microtitration et laisser incuber pendant 30 minutes à la température ambiante ;
- Aspirer l'anticorps non marqué, mettre 200 µl de BB et laisser incuber une heure de temps ;
- Aspirer le BB, puis mettre 50 µl de broyat de moustique dans les puits correspondants ;
- Mettre en même temps les contrôles positif (Vial III) et négatif dans les puits correspondants Et laisser incuber pendant deux heures ;
- Aspirer les broyats de moustiques et laver les plaques deux fois avec du PBSTween ;
- Déposer 50 µl d'anticorps monoclonal marqué à la peroxydase dans chaque puits et Laisser incuber pendant une heure ;
- Aspirer l'anticorps monoclonal marqué et laver trois fois les plaques avec du PBSTween;
- Ajouter 100 µl de substrat révélateur (substrat ABTS) par puits ;
- Faire la lecture visuellement après 30 minutes.
- Les puits colorés en vert correspondent aux moustiques positifs c'est-à-dire la CS

Protéine été trouvée.

##### 12.1.1.2. Préparation des solutions

###### Solution BBNP40 :

Faire le mélange de 5 ml de BB avec 25 µl de NP40 et agiter pendant 15 mn.

Solution de lavage (PBS-Tween) : Dissoudre 9.65 g de PBS (Phosphatase Buffer Saline) Dans 1000 ml d'eau distillée et ajouter 500 µl de Tween 20.

Solution d'anticorps monoclonal non marqué : Prendre pour une plaque 5 ml de PBS et Ajouter 20 µl d'anticorps non marqué (Capture MAB Pf2A10-28[210599]).

Solution d'anticorps monoclonal marqué : Prendre pour une plaque 5 ml de BB et ajouter 10 µl d'anticorps (Pf2A10-CDC15).

Solution de révélation : Pour une plaque mélanger 5 ml de l'ABTS peroxydase substrat et 5 ml de peroxydase solution B et agiter pour ainsi obtenir 10 ml par plaque.

**Solution de BB (Blocking Buffer) pour un volume de 1L :**

- Il faut : 5 g de caséine (0,5%), 100 ml de NaOH (0,1N), 900 ml de PBS (pH=7), 0,10 De Thimerosol, 0,02 g de phénol rouge
- Prendre 100 ml de NaOH à 0,1 N plus 5 g de caséine et faire bouillir l'ensemble tout En agitant le mélange ;
- Une fois en ébullition arrêter le chauffage et ajouter petit à petit 900ml de PBS tout En agitant le mélange ;
- Ajouter ensuite le Thimerosol et le phénol rouge et laisser refroidir.
- Le pH est ensuite réglé à 7,4 par l'addition de l'acide chlorhydrique (HCl).

**12.1.2. Identification du repas de sang : "Blood meal"**

**12.1.2.1. Mode opératoire**

- Mettre le sang contenu dans l'estomac du moustique dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml et ajouter 50 µl de PBS;
  - Triturer l'ensemble jusqu'à obtenir une solution homogène ;
  - Ajouter 200 µl de PBS ;
  
  - Etablir les fiches ;
  - Déposer 50 µl de solution de repas de sang dans les différents puits selon la fiche Préétablie en respectant l'ordre.
  - Laisser incuber pendant trois heures ;
  - Laver deux fois les plaques avec du PBS-Tween ;
  - Déposer 50 µl de mélange : de la solution D et de la conjugué double (peroxydase Pour humain) laisser incuber pendant une heure ;
  - Laver trois fois les plaques avec du PBS-Tween, déposer 100 µl d'ABTS à la Peroxydase et lire après 30 minutes à l'œil nu.
- La coloration verte signifie la présence de sang humain.
- Relever ces résultats et laver encore deux fois la même plaque avec du PBS – Tween, mettre 100 µl de révélateur à la phosphatase par puits et lire après une 1heure de temps ou le lendemain. La présence de sang de bovin est indiquée par la

Coloration jaune.

### 12.1.2.2. Préparation des solutions

#### Solution "D» :

Ajouter 25 µl de Tween 20 à 100 ml de BB.

Conjugué Double : prendre pour une plaque de 96 puits 5 ml de solution "D", ajouter 2,5 µl

De l'anticorps à peroxydase (*Affinity purified Antibody Peroxidase goat Anti human IgG*

[HY+L]) et 20 µl de phosphatase, vortexer pendant quelques minutes.

Révéléateur à la peroxydase : Pour une plaque mélanger 5 ml de l'ABTS peroxydase

Substrat et 5 ml de peroxydase solution B et agiter pour ainsi obtenir 10 ml par plaque.

### 12.2 Fiche de collecte des données entomologiques

CAPTURE DANS LES HABITATIONS HUMAINES											
						METHODE DE CAPTURE: <i>Spray-catch</i>					
LOCALITE:						NOMBRE DE CASES PROSPECTEES:					
DATE:						ESPECES CAPTUREES:					
No Case	Type	Propriétaire	Dorm.	Jeu n	Gorg.	S.g r	Grav.	Total	Conc.I D	Chef de famille	de
<b>Total</b>											

## **FICHE SIGNALÉTIQUE**

**Auteur : Alèwè NIANGALY**

**Titre : Études des paramètres paludométriques en zone de pulvérisation intra domiciliaire (PID) de Koulikoro, Mali**

**Année de Soutenance : 2014**

**Ville de Soutenance : Bamako**

**Pays d'origine : Mali**

**Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Pharmacie**

**Secteur d'intérêt : Entomologie et Parasitologie médicale.**

### **Résumé**

Le paludisme est une des maladies les plus répandues sur le globe dans toutes les régions tropicales, subtropicales et même dans certaines aires tempérées. Son importance considérable a mobilisé les instances sanitaires internationales.

La disponibilité des moyens de traitement et prévention chimique, les moustiquaires imprégnées, la pulvérisation intra domiciliaire d'insecticide à effet rémanent peuvent constituer une association importante dans la lutte contre le paludisme.

Cette étude est menée afin d'avoir des informations précises dans une zone couverte par ces différents moyens de lutte antipaludique. Elle a pour but de mesurer les paramètres entomologiques et parasito-clinique de la transmission du paludisme, une étude descriptive transversale à passage répétée.

L'étude a été menée dans 2 sites : Sirakorola et Kenenkou. Les investigations entomologique et clinique ont été faites entre juillet 2010 et Octobre 2013. Les données entomologiques ont été collectées par la méthode d'aspersion intra domiciliaire, capture sur appât humain et par test à cône. La collecte des données ont été faite parasito-cliniques par goutte épaisse et par examen clinique. La densité moyenne par chambre variait par site et par état de pulvérisation des chambres. La densité variait de façon décroissante de 2010 en 2011 dans les deux sites d'étude. Mais relativement élevées en 2012 surtout au mois de novembre dans les deux sites.

L'anthropophilie était élevée dans les deux sites, une grande proportion de moustique pare a été observée au cours de notre étude. Les moustiques avaient plus tendance à piquer à l'intérieur des habitations. Le taux d'inoculation entomologique était relativement élevé en saison des pluies et variable par passage dans les deux sites. Il ressort de cette étude que les insecticides utilisés en pulvérisation intra domiciliaire avaient une rémanence assez bonne pour lutter contre les moustiques.

Le paludisme était méso-endémique dans les deux sites durant notre étude.

Mots clés : Paludisme, insecticide, entomologie, parasitologie, clinique.

## **SERMENT DE GALIEN**

En présence des maîtres de cette Faculté, des conseillers de l'ordre des Pharmaciens et de mes chers condisciples, devant l'effigie de Galien, je promets et je jure, au nom de l'être suprême :

- D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
  
- D'exercer dans l'intérêt de la santé publique ma profession, avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
  
- De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine. En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.
  
- Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.
  
- Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
  
- Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

**Je le jure !**